

BIOLOOGIA PRAKTIKUM II



BIOLOOGIA PRAKTIKUM II

BIOLOOGIA PRAKTIKUM II

Õppevahend keemiasuuskonnas õppijatele

Tartu 1999

Tartu Ülikool
Üld- ja molekulaarpatoloogia instituut

BIOLOOGIA PRAKTIKUM II

Õppevahend arstiteaduskonna üliõpilastele

Tartu 1998

Koostanud: Raivo Masso, Anu Saag, Marika Masso, Urmas Kokassaar,
Ingrid Kalev

Retsenseerinud: Mati Martin

Kaane kujundanud: Marika Masso

Keeletoimetaja: Leonhard Uuspõld

Trükiks ette valmistanud Tartu Ülikooli Kirjastus

© Tartu Ülikool, 1998

ISBN 9985-4-0029-1

Tartu Ülikooli Kirjastuse trükikoda

Tiigi 78, EE2400 Tartu

Tellimus nr. 34

EESSÕNA

Käesolev õppevahend on järg arstiteaduskonna üliõpilastele mõeldud õppevahendile “Bioloogia praktikum I”. “Bioloogia praktikum II” käsitleb meditsiinilise parasitoloogia ja evolutsioonilise zooloogia ning võrdleva morfoloogia küsimusi.

Koostajad on tänulikud arstiteaduskonna arendusfondile, mille toetusel õppevahend on valminud.

4. november 1997

SISUKORD

Parasitismi bioloogilised alused	11
1. Biootiliste seoste tüübid	11
2. Üldine ja meditsiiniline parasitoloogia	13
3. Parasiitide klassifikatsioon	14
4. Peremeesorganism ja siirdaja	14
5. Parasitismi päritolust	15
6. Vastastikused mõjutused süsteemis parasiit—peremees	15
7. Parasitismi kui nähtuse rollist evolutsioonis	17
Ainuraksete fülogenees	20
Loomade süstemaatikas kasutatav terminoloogia	21
Meditiiniline protozooloogia	22
REGNUM: ANIMALIA (ZOA) — LOOMAD	22
SUBREGNUM: PROTOZOA — AINURAKSED	22
I. PHYLUM: Sarcomastigophora — JUURVIBURLOOMAD	24
1. <i>Subphylum: Mastigophora</i> — viburloomad	24
<i>Classis: Zoomastigophorea (Zooflagellata)</i> — loomviburloomad	26
1. <i>Ordo: Kinetoplastida</i> — kinetoplastilised	26
2. <i>Ordo: Diplomonadida</i> — diplomonaadilised	34
3. <i>Ordo: Trichomonadida</i> — trihhomonaadilised	36
2. <i>Subphylum: Sarcodina (Amoebae)</i> — juurjalgsed	39
<i>Ordo: Amoebina</i> — amööbilised	40
II. PHYLUM: Apicomplexa	48
<i>Classis: Sporozoea</i> — eosloomad	48
1. <i>Subclassis: Coccidia</i> — koktsiidid	49
<i>Ordo: Eucoccidiida</i> — päriskoktsiidilised	50
1. <i>Subordo: Eimeriina</i> — eimeerialised	50
2. <i>Subordo: Haemosporina</i> — vere-eosloomalised	61
2. <i>Subclassis: Piroplasmia</i> — piroplasmad	67
3. <i>Subclassis: Gregarina</i> — gregariinid	68
III. PHYLUM: Microspora — PISI-EOSLOOMAD	68
IV. PHYLUM: Ciliophora — RIPSLOOMAD	69
<i>Classis: Kinetofragminophorea (Infusorea)</i> — ripsloomad	69

Hulkaksete organismide põlvnemisest	72
SUBREGNUM: METAZOA — HULKRAKSED	75
I. SUPERDIVISIO: Parazoa — KÕRVALHULKRAKSED	75
PHYLUM: Spongia (Porifera) — KÄSNAD	75
II. SUPERDIVISIO: Eumetazoa — PÄRISHULKRAKSED	78
DIVISIO: Radiata — KIIRLOOMAD	78
PHYLUM: Coelenterata (Cnidaria) — AINUÕÕSSED	78
1. Classis: Hydrozoa — hüdraloomad	78
2. Classis: Scyphozoa — karikloomad	81
3. Classis: Anthozoa — õisloomad (korallid)	81
III. SUPERDIVISIO: Bilateralia — KAHEKÜLGSED	82
DIVISIO: Protostomia — ÜRGSUUSED	82
I. PHYLUM: Plathelminthes — LAMEUSSID	82
1. Classis: Turbellaria — ripsussid	83
2. Classis: Trematoda — imiussid	84
3. Classis: Cestoda — paelussid	90
1. Ordo: Pseudophyllidea — laiussilised	93
2. Ordo: Cyclophyllidea — neljanapalised	95
II. PHYLUM: Nematelminthes — ÜMARLOOMAD	102
Classis: Nematoda — ümarussid	102
III. PHYLUM: Annelida — RÕNGUSSID	112
1. Classis: Oligochaeta — väheharjasussid	113
2. Classis: Hirudinea — kaanid	115
IV. PHYLUM: Arthropoda — LÜLIJALGSED	118
1. SUBPHYLUM: Branchiata — VÄHILAADSED	120
Classis: Crustacea — vähid	120
1. Subclassis: Entomostraca — alamvähid	121
Ordo: Copepoda — aerjalalised	121
2. Subclassis: Malacostraca — ülemvähid	121
1. Ordo: Isopoda — kakandilised	122
2. Ordo: Decapoda — kümnejalalised	122
2. SUBPHYLUM: Chelicerata — LÕUGTUNDLASED	122
Classis: Arachnida — ämblikulaadsed	123
1. Ordo: Scorpiones — skorpionilised	124
2. Ordo: Aranei — ämblikulised	125
3. Ordo: Acari — lestalised	126
3. SUBPHYLUM: Tracheata — TRAHHEELOOMAD	131
Classis: Insecta — putukad	132
1. Infraclassis: Apterygota — ürgtiivutud	136
Ordo Zygentoma — soomukalised	136
2. Infraclassis: Pterygota — tiibputukad	136
I. Sectio: Hemimetabola — vaegmoondega putukad	136
1. Ordo: Blattodea (Dictyoptera) — prussakalised	136
2. Ordo: Orthoptera — sihktiivalised	137
3. Ordo: Anoplura (Phthiraptera) — täilised	137
4. Ordo: Heteroptera (Hemiptera) — lutikalised	138
5. Ordo: Odonata — kiililised	139

II. <i>Sectio: Holometabola</i> — täismoondega putukad	139
1. <i>Ordo: Coleoptera</i> — mardikalised	140
2. <i>Ordo: Diptera</i> — kahetiivalised	140
3. <i>Ordo: Hymenoptera</i> — kiletiivalised	142
4. <i>Ordo: Lepidoptera</i> — liblikalised	143
5. <i>Ordo: Siphonaptera (Aphaniptera)</i> — kirbulised	143
DIVISIO: Deuterostomia — TEISSUUSED	145
I. PHYLUM: Chordata — KEELIKLOOMAD	145
1. SUBPHYLUM: Acrania — KOLJUTUD	145
Classis: Amphioxi — süstikkalad	145
2. SUBPHYLUM: Vertebrata (Craniata) — SELGROOGSED	145
Süstemaatiline koondtabel	162
Kirjandus	169

PARASITISMI BIOLOOGILISED ALUSED

1. Biootiliste seoste tüübid

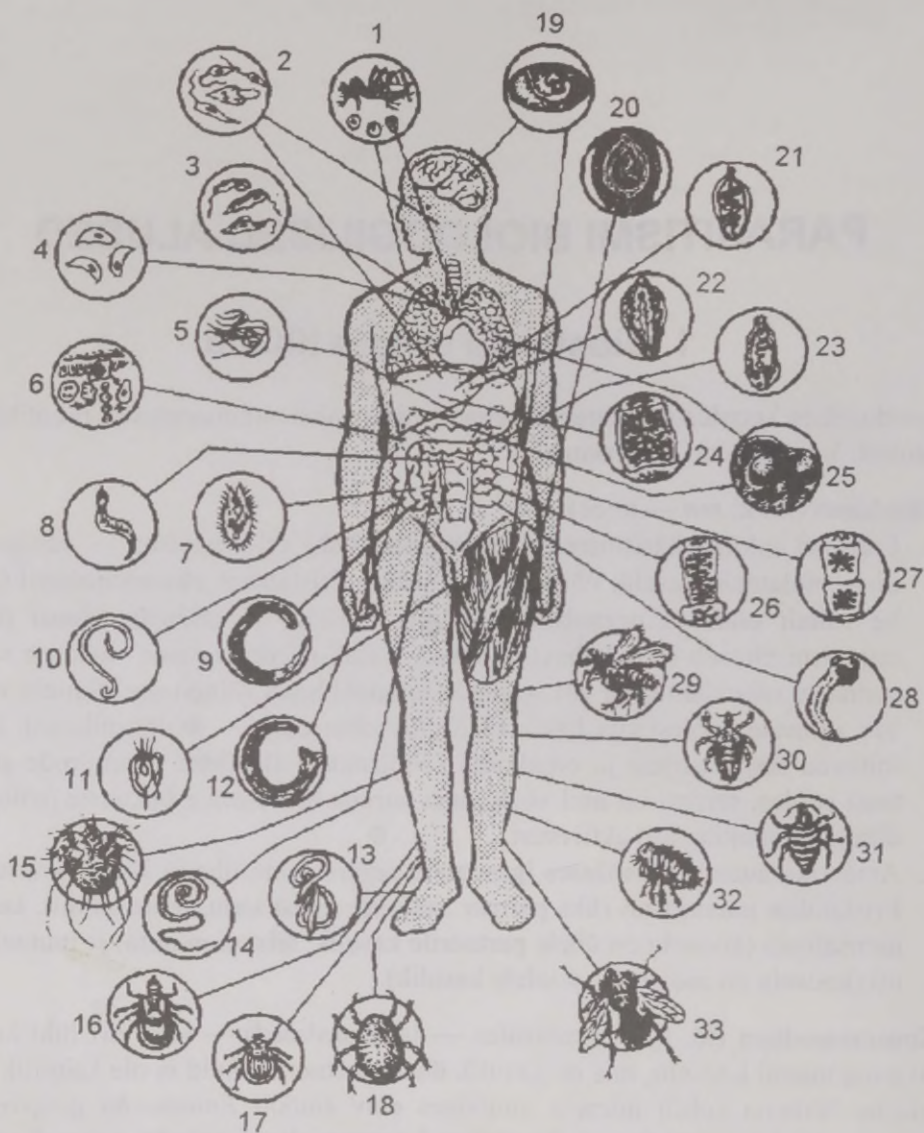
Looduslikes kooslustes esinevad organismide vahel mitmesugused biootilised seosed. Vaatleme neist tähtsamaid.

Sümbioos (kr. k. *syn* — koos):

1. Euroopa autorite käsitluses ka **mutualism**, kahe eri organismi — sümbiondi — mõlemale kasulik või vajalik kooselu. Eristatakse **ektosümbioosi** (kahe vabalt elutseva organismi kasuliku kooselu) ja **endosümbioosi** (üks organism elutseb teise kehas). Sümbioos võib piirduda mõne vajaduse vastastikuse rahuldamisega või seisneda mitmekülgses sõltuvuses. Näiteks elavad inimese soolestikus bakterid *Escherichia coli* — soolekepike, kes toituvad soolesisusest ja omakorda soodustavad B-rühma vitamiinide sünteesi sooles, samuti on neil võime alla suruda tõvestavate bakterite (näiteks düsenteeria tekitajate) aktiivsust.
2. Ameerika autorite käsitluses igasugune organismide tihe ja kestev kooselu. Eristatakse parasitismi (üks partner saab kooselust kasu, teine kahju), kommensalismi (kooselu on ühele partnerile kasulik, teist ei mõjuta) ja mutualismi (kooselu on mõlemale poolele kasulik).

Kommensalism (ld. k. *commensales* — lauakaaslased) — kahe eri liiki kuuluva organismi kooselu, mis on kasulik ühele partnerile, kuid ei ole kahjulik ka teisele. Näitena sobib inimese suuõõnes elav amööb *Entamoeba gingivalis* (toitumuslik kommensalism). Ruumilise kommensalismi näiteks sobivad närlised, kelle urgusid kasutavad eluasemena ka paljud teised loomad (ämblikud, kirebud, moskiitod jt.).

Parasitism (kr. k. *parasitos* — kõrvaltoitlustuja, muidusööja) on selline eri liiki organismide suhe, kus üks organism (parasiit ehk nügiline) kasutab teist liiki organismi kui elukeskkonda ja toiduallikat, tekitab sellega peremeesorganismile märgatavat kahju, kuid reeglina ei surma teda. Parasitism on looduses laialdaselt levinud, 60–65 tuhat loomaliiki (6–7% kõikidest Maal elutsevatest loomaliikidest) on parasitaarse eluviisiga. Enamik parasiite kuulub ainuraksete, lameusside, ümarusside ja lüljalgsete hulka.



Joonis 1. Inimese parasiitide lokalisatsioon. 1 — malaaria plasmoodiumid ja hallasääsk, 2 — leišmaaniad, 3 — trüpanosoomid, 4 — toksoplasma, 5 — lamblia, 6 — düsenteeria siseamööb, 7 — balantiidium (koli püsarak), 8 — ameerika kõõrpea, 9 — naaskelsaba, 10 — inimese solge, 11 — trihhomoonas, 12 — kõõrpea, 13 — niituss, 14 — piuglane, 15 — süüdiklest, 16 — puuk (*Ixodes sp.*), 17 — puuk (*Dermacentor pictus*), 18 — puuk (*Ornithodoros papillipes*), 19 — nookpaelussi tang, 20 — keeritsussi vastne, 21 — väike-ebamaksakaan, 22 — tavaline maksakaan, 23 — kassi-tagaraiglane, 24 — nookpaeluss, 25 — ehhinokokk-paelussi põistangud, 26 — nudipaeluss, 27 — laiuss, 28 — käabusviik, 29 — moskiito, 30 — täi, 31 — voodilutikas, 32 — kirp, 33 — nahakiin.

2. Üldine ja meditsiiniline parasitoloogia

Üldine parasitoloogia on kompleksne bioloogiateaduse haru, mis uurib parasiitismi kui nähtust, parasiitide bioloogiat (molekulaarsest tasemest ökoloogilis-evolutsioonilise tasemeni), samuti parasiitide tekitatud haigusi ning parasiitidega võitlemise võtteid.

Meditsiiniline parasitoloogia tegeleb ainult inimese parasiitidega. Ta töötab välja parasiitidega võitlemise teaduslikke aluseid ning diagnostika-, ravi- ja profülaktikavõtteid. Kuigi terminit *parasiit* võib kasutada kõikide infektsiooni põhjustavate elusorganismide kohta (k.a. viirused, bakterid ja patogeensed seened), on see traditsiooniliselt kasutatav parasiitsete ainuraksete, usside ja lülijalgsete puhul.

Meditsiiniline parasitoloogia hõlmab kolme valdkonda:

- 1) meditsiinilist protozooloogiat (käsitleb ainurakseid inimese parasiite);
- 2) meditsiinilist helmintoloogiat (käsitleb inimesel parasiteerivaid lame- ja ümarusse);
- 3) meditsiinilist arahnoentomoloogiat (käsitleb lülijalgseid inimese parasiite).

Meditsiinilise parasitoloogia põhilised ülesanded on:

- 1) parasiitide kõigi arengujärgkude morfoloogiliste iseärasuste uurimine. Parasiitide ehituslike iseärasuste tundmine võimaldab arstil täpselt määrata parasiidi liigilise kuuluvuse, mis on eduka ravi eelduseks;
- 2) parasiitide arengutsüklite uurimine;
- 3) vastastikuste mõjutuste uurimine süsteemis peremees—parasiit;
- 4) diagnostika, profülaktika ja ravi teaduslike aluste väljatöötamine;
- 5) parasitaarhaigustega võitlemiseks vajaliku organisatsiooni kujundamine.

Kuna parasiidid võivad lokaliseeruda praktiliselt kõigis inimese elundites (joonis 1), tuleb parasiitidega ja vastavate kahjustustega kokku puutuda kõikide erialade arstidel. Terapeutide poole võivad pöörduda haiged seedetrakti, sapijuha ja maksa kahjustustega (lamblioos, helmintoosid), aga ka paljude parasiitidest põhjustatud intoksikatsioonide korral. Kirurgid puutuvad kokku parasitaarhaigustega näiteks maksa ja kopsu ehhinokokkoosi ja alveokokkoosi puhul, solkmetest tingitud soolesulguse, sapijuha ummistuse (maksa-kakssuulane ja solge) ning trihhinelloosi puhul. Sageli puutuvad parasitaarhaigustega kokku lastearstid. Neurokirurgid eemaldavad haigete ajast nookpaelussi või ehhinokoki põistangusid. Soolestikuoperatsioonide tüsistused on teatud juhtudel tingitud solkmete tegevusest. Iga arst peab arvestama võimalusega, et ravitavale haigusele lisandub parasiitorganismide komplitseeriv mõju.

3. Parasiitide klassifikatsioon

Tõelised ehk **obligatoorsed parasiidid** on oma arengutsükli jooksul lühemat või pikemat aega seotud peremeesorganismiga. Parasitaarne eluviis on sel juhul liigile iseloomulik tunnus.

Pseudoparasitismiks nimetatakse olukorda, kus looduses vabalt elava liigi esindaja satub juhuslikult teise liigi (näiteks inimese) organismi, kutsudes esile peremehe elutegevuse häireid. Näiteks hariliku toakärbsse vastsete sattumisel inimese seedeelundkonda võib seal tekkida kahjustusi.

Ajutised parasiidid (eeskätt verdimevad lüljalgsed) on peremehega kontaktis lühiajaliselt, näiteks toitumise ajal.

Püsiparasiidid on peremeesorganismiga kontaktis oma elutsükli pikema osa vältel.

Ekto- ehk **välisparasiidid** parasiteerivad peremehe keha pinnal (nahal, juustes). Siia kuuluvad eeskätt verdimevad lüljalgsed.

Endo- ehk **siseparasiidid** parasiteerivad peremehe kudedes. Enamasti on parasiit spetsialiseerunud kindlale koele või organile. Mõned parasiidid võivad kahjustada mitut organit, näiteks *Leishmania donovani* kahjustab nii maksa, põrna, luuüdi kui ka lümfisõlmi.

4. Peremeesorganism ja siirdaja

Peremeheks on organism, keda parasiit kasutab elukohana ja toitumisallikana. Mitmed parasiidid vahetavad oma elutsükli käigus peremehi.

Lõplikuks ehk **definiitivseks peremeheks** (ld. k. *definitivus* — lõplik) ja ka **peaperemeheks** nimetatakse organismi, kelles parasiit veedab suguküpse osa oma elutsüklist või kelles ta suguliselt paljuneb.

Vaheperemeheks on organism, kelles parasiit veedab oma vastseaa või kelles ta paljuneb sugutult.

Reservuaarperemeheks nimetatakse organismi, kelles toimub parasitaarse te organismide kogunemine. Inimene on reservuaariks malaariatekitajale. Närlised on reservuaariks leišmanioosi tekitajale.

Siirdajad on eeskätt verdimevad lüljalgsed. **Spetsiifilisteks siirdajateks** on organismid, kelle sees parasiit läbib mõne arengujärgu. **Mehaanilisteks siirdajateks** on organismid, kes ainult levitavad parasiiti. Mõnel juhul võivad siirdajad olla ka parasiidi looduslikud reservuaarid.

5. Parasitismi päritolust

Juhtivate parasitoloogide arvates on parasitaarne eluviis tekkinud evolutsiooni käigus väga erinevaid radu pidi.

Ektoparasiitide esivanemad on teatud juhtudel olnud kas vabalt elavad kiskjaliku eluviisiga vormid või kommensaalid. Mõningad endoparasiidid on kujunenud ektoparasiitsetest esivanematest või ka kommensaalidest.

Arvatakse siiski, et enamik endoparasiitidest on primaarse tekkega — algselt juhuslikult teist liiki organismi sattunud potentsiaalne parasiit on läbinud koos peremehega pika evolutsiooniprotsessi ning kohastunud parasitaarse eluviisiga.

6. Vastastikused mõjutused süsteemis parasiit—peremees

Parasiidi mõju peremehele.

Parasiit kahjustab peremehe organismi — ta mõjub **patogeenselt** (kr. k. *pathos* — kannatus). Iga parasitaarne organism või tema poolt eritatud haigust põhjustav produkt on vaadeldav kui **patogeen**. Patogeensus iseloomustab parasiidi võimet peremehe organismis esile kutsuda patoloogilisi muutusi või haigust. Mõju iseloom ja ulatus võib olla erinev. **Virulentsus** iseloomustab patogeensus astet või intensiivsust ja seda hinnatakse LD_{50} , ID_{50} ja LD_{100} kaudu. (LD on eksperimentaalselt määratav patogeeni letaalsuse ehk letaalse doosi tase, mis põhjustab teatava hulga, kas 50%-lise või 100%-lise, peremeesorganismide hukkamise. ID on infektsioonilise doosi tase. ID_{50} iseloomustab parasiitide hulka, mis on vajalik 50% peremeesorganismide nakatamiseks teatava aja jooksul.)

Paljud hulkraksed parasiidid võivad peremeest **mehaaniliselt** kahjustada: vigastada seedeelundkonna kudesid (paelussid, piuguss), põhjustada soolevalendiku ummistumist (paelussid, solkmed), maksajuha ummistumist (solkmed, maksakakssuulane). Mehaanilisi vigastusi võivad tekitada ka mõnede parasiitide vastsevormid, näiteks vereimiusside vastsed, kes võivad tungida läbi naha. Parasiidi munade või vastsete kogunemine maksa võib põhjustada maksa kärbumist.

Parasiitide eritised võivad mõjuda **toksiliselt** (ld. k. *toxicum* — mürk), näiteks malaaria plasmoodiumi, toksoplasma ja ümarusside toksiinid.

Parasiitide toitumine peremehe organismis mõjub peremehele **kurnavalt**. Nudipaeluss kasvab tänu intensiivsele toitumisele ööpäevas 7–10 cm, saavutades mõne kuuga aukartustäratavad mõõtmed. Laiuss omastab peremehe organismist suures koguses B_{12} -vitamiini, põhjustades aneemiat.

Parasiidid võivad **soodustada infektsioonide levikut**, näiteks helmintidele iseloomulik migratsioon (noorjärkude ränne peremehe organismis).

Verd imevad ektoparasiidid levitavad ohtlikke nakkushaigusi.

Peremeesorganismi toime parasiidile.

Peremees mõjutab parasiite mitmel viisil, surudes alla parasiitide elutegevust ja surmates neid. Kuigi üksikute mehhanismide efektiivsus ei ole eriti suur, on nende koostoime infektsiooni vältimiseks tähelepanuväärne. Kaitsemehhanisme jaotatakse neljaks tüübiks: üldised, füüsilised, keemilised ja bioloogilised kaitsemehhanismid ehk barjäärid.

Üldised barjäärid. Mitmed otsesed tegurid (palavik, vanus, genotüüp, rassilised iseärasused) ja mitmed kaudsed tegurid (isiklik hügieen, toitumus, elutingimused, sotsiaalne seisund) mõjutavad peremehe ja parasiidi suhteid.

Palavik (kehatemperatuur üle 37°C , rektaaltemperatuur üle $37,5^{\circ}\text{C}$) stimuleerib leukotsüütide aktiivsust, inhibeerib mikroorganismide kasvu, vähendades raua-ioonide sisaldust kudedes, aktiveerib immuunsüsteemi.

Vanus. Väga noortel peremeesorganismidel ei ole immuunsüsteem veel välja kujunenud. Väga vanadel seevastu on immuunsüsteemi võimsus ja organismi homeostaasi tagavad mehhanismid aga nõrgenenud.

Geneetiline tegur väljendub kas või selles, et üks liik on konkreetse patogeeni suhtes resistentne, teine aga mitte. Resistentsus patogeeni suhtes ilmneb ka indiviidide tasemel ja rasside võrdlusel. Näiteks on negroidse rassi esindajatel võrreldes europiidse rassi esindajatega (Taga-Kaukaasia malaariaohtliku piirkonna asukad) oluliselt kõrgem resistentsus troopikapalaviku suhtes.

Füüsilised ja keemilised barjäärid. Peremeesorganismi kattekoed ja nende eritised moodustavad esimese tõkke parasiitide vastu. Vähesed parasiidid on võimelised tungima läbi inimese naha, kuna selle pindmised kihid koosnevad tihedasti asetsevatest õhukestest keratiniseerunud rakkudest, mida parasiit ei ole võimeline ensümaatilisel lagundama. Pidev surnud epiteelirakkude irdumine eemaldab keha pinnalt ka sinna kinnitunud patogeene (eeskätt bakterid). Naha pinna suhteline kuivus takistab kinnitunud patogeene kasvamist. Mõõdukas happelisus ($\text{pH } 5-6$), mille põhjuseks on lipiidide lagundamine rasvhapepeteks naha pinnal elutsevate mikroorganismide poolt (loomulik mikroobne kooslus), takistab paljude patogeene kasvamist. Rasu moodustab naha pinnale õhukese kaitsekihi. Hingamiseldkonna, seedeeldkonna ja kuse-suguelundkonna mukoossed membraanid on lõksuks paljudele patogeene. Mitmed eritised (pisarad, eesnäärme vedelik, emakakaela lima) on toksilised paljudele bakteritele, kuid toimivad vähemal määral ka ainuraksetele. Maos hävitab patogeene maomahl (segu soolhapest, ensüümidest ja limast, $\text{pH } 2-3$), kuid ainuraksete tsüstid ja helmintide noorjärgud selles ei hävi. Kuse-suguelundkonnas toimib kaitsvalt uriin, mis on steriilne ja happeline. Silmas on sama roll pisaratel ja epiteeli poolt toodetaval limal.

Bioloogilised barjäärid moodustavad peremeesorganismis kaitseliini, mille komponentideks on eeskätt punases luuüdis tekkinud rakud, mis kuuluvad mononukleaarsete fagotsüütide ehk retikuloendoteliaalsesse süsteemi. Need on rakkude kogumid, mis asuvad maksas (Kupfferi rakud), põrnas (makrofaagid),

neerus (fagotsüüdid), kopsus (alveolaarsed makrofaagid), ajus (mikroglia rakud), lümfisõlmedes (paiksed ja liikuvad makrofaagid), liigesevõides (nn. A-rakud) ja veres (monotsüüdid). Need rakud on fagotsütoosivõimelised (ründavad näiteks baktereid) ning osa neist käivitavad organismi immuunreaktsioone. Raku tasemel avaldub see sageli raku mõõtmete suurenemises, koe tasemel aga näiteks parasiidi noorjarkude kapseldamises sidekoelistesse kihnudesse.

Humoraalsel tasemel on protsess oma olemuselt immunoloogilise vastuse kujundamine, s.o. parasiidi kehapiinna valkude kui antigeenide vastu antikehade väljatöötamine ja kogu immuunsüsteemi käivitamine. Mitmete ainuraksete parasiitide suhtes kujuneb välja püsiv immuunsus (*Trypanosoma*, *Leishmania*), teiste osas (*Entamoeba*) lühiajane immuunsus. Inimesel kujuneb püsiv immuunsus samuti keeritsussi ja *Toxocara* vastu. Immuunreaktsioonide tõttu hävib kuni 25% solkme noorjarkudest. Helmintoosidega kujunev immuuniteet vähendab parasiitide eluiga ja viljakust. Eksperimentaalselt on näidatud ka helmintidevastase kunstliku immuunsuse kujundamise võimalikkust inimesel.

Peremeesorganismis võib üheaegselt parasiteerida mitmeid eri liiki parasiite. Parasiidid mõjutavad sel juhul ka üksteist, vastastikune toime võib olla erineva loomuga, tugevdades või ka nõrgendades üldist patogeenset mõju peremehele. Parasiitide kooslust peremeesorganismis nimetatakse **parasitotsünoosiks**. Näiteks askaridoosi puhul surutakse alla lambliaate elutegevus soolestikus, difülobotrioosi puhul on lambliaate arvukus aga suurenenud. On teada, et bakteriaalse düsenteeria haigetel, kellel lisaks kaasneb askaridoos, kulgeb haigus raskemini. Helmintooside puhul kulgevad raskemalt ka tuberkuloos, Botkini tõbi ja kõhutüüfus.

7. Parasitismi kui nähtuse rollist evolutsioonis

Parasitism on üheks koevolutsiooni vormiks.

Peremees on parasiidi jaoks palju enam kui toitumiskeskkond — ta on varju-paik, eluase, lasteaed või inkubaator järelkasvu jaoks, transpordivahend edasi-sattumiseks järgmise organismi, liitlane võitluseks ühise vaenlase vastu. Koevolutsioon on süsteemi peremees—parasiit koosarenemine. Termiidid näiteks häviksid ilma nende soolestikus parasiteerivate bakteriteta, kes lagundavad tselluloosi suhkruteks. Koevolutsiooni üheks tulemuseks võib olla **parasiidi virulentsuse vähenemine** (kuni ta muutub kommensaaliks nagu *Escherichia coli*) ja **peremehe resistentsuse** suurenemine. Edaspidi võib suhe peremehe ja parasiidi vahel muutuda mutualismiks, mille puhul saadakse koosseksisteerimisest vastastikust kasu (nagu samblikud).

Kakssuulane *Dicrocoelium dendriticum*, kelle vastne elab sipelgates, põhjustab sipelgatel käitumise, mille puhul sipelgad kinnitavad end lõugade abil rohhtaimele külge, kust lambad nad koos rohuga sisse söövad.

Parasitoloogid väidavad, et peremehele tõeliselt kahjulikke parasiite on tühi-ne hulk. Näiteks naaskelsaba põhjustab inimesele küll ebameeldivusi, kuid ei tekita kudedes patoloogilisi muutusi. Sellised terminid nagu *parasitism*, *kom-mensalism*, *mutualism* on paljude teoreetikute arvates liiga subjektiivsed ega peegelda tegelikke ülikeerukaid suhteid antud koosluses. Vaid *sümbioos* olevat enam-vähem adekvaatse sisuga termin. Üldiselt ökoloogid-evolutsionistid süü-distavad parasitolooge, et need ei arvesta viimaseid biokeemia, geneetika ja evolutsiooniteooria seisukohti, parasitoloogid heidavad jälle evolutsionistidele ette, et viimased ei tunne piisavalt objekti.

Samal ajal ilmneb ka teine tendents — **parasiidi virulentsuse suurenemine**, mis võib viia isegi peremeesliigi väljasuremisele. Virulentsuse aste võib parasiiti-del periooditi suureneda või väheneda. Kui parasiit saab ühelt peremehelt teisele edasi kanduda ilma siirdajata (vaheperemeheta), võib parasiidi virulentsus evolutsiooni käigus suureneda ja põhjustada peremeesorganismi hukkumise.

Võitluseks peremeesorganismi immuunsüsteemiga kasutab trüpanosoom omapärast viisi: tema genoomis esineb varu ca 1000 pinnavalgu jaoks, millest antud hetkel kasutatakse ainult ühte geeni. Kui peremehe immuunsüsteem selle avastab ja tekitab antud pinnavalgu suhtes immuunvastuse, asendatakse pinna-valk uuega.

Koevolutsioon malaaria näitel:

Igal aastal haigestub malaariasse ca 100 miljonit inimest, kellest sureb 1,5 miljonit. 1991. aastal teatas Briti Parasitoloogia Ühingu istungil A. Hill (Oxfordi ülikool), et tema töörühm on avastanud kaks geeni, mis kaitsevad inimest malaaria eest. Mõle-mad geenid kodeerivad valke, mis kuuluvad koosobivuskompleksi MHC valkude hulka (molekulid, mida immuunsüsteem kasutab muuhulgas vahendajatena infekt-sioonitekitajate ja muteerunud rakkude äratundmiseks). Lääne-Aafrikas uuriti üle 2 000 haige ja leiti, et isikud, kes omavad ühte neist kahest geenist, haigestusid ras-ketesse malaariavormidesse tunduvalt harvem. Need geenid on levinud just haiguse levikualal elavatel inimestel (40% Nigeeria elanikkonnast, vaid 2% LAV mustanaha-listest). Lisaks neile geenidele on teada ka teisi geene, mis tagavad malaaria suhtes resistentsuse. Tuntum on sirprakulist aneemiat põhjustav geen. Selle geeni osas homosügootid hukkuvad, heterosügootid on sirprakulise aneemia kandjad, kuid seejuures resistentsed malaaria suhtes. Malaariatekitaja ei ole võimeline seedima de-fektset hemoglobiini, sest see inaktiveerib tema seedeensüümid. Samal ajal ei ole inimene resistentne kõige ohtlikuma malaariatekitaja *Plasmodium falciparum*'i suhtes. See parasiit oli algselt lindude parasiit ja spetsialiseerus inimesele suhteliselt hiljuti (ca 10 000 aastat tagasi). Inimene pole veel jõudnud temaga kohaneda ning sellest ongi tingitud parasiidi suur virulentsus (põhjustab 95% kõikidest malaariasse suremise juhtumitest).

Kui parasiidi levikuks on vaja vaheperemehe olemasolu, siis loodusliku valiku tulemusena võivad edukalt levida ka sellised parasiidid, kes ei põhjusta pere-mehe hukku. Seega evolutsiooni käigus sobivaks osutunud levimisstrateegia määrab ära, kas parasiidi virulentsus suureneb või väheneb. Suur virulentsus on

lõppkokkuvõttes kahjulik ka parasiidile endale — tappes peremehe on oht ka ise hävida. Parasiitide esinemine organismis võib olla mikroevoaltsiooniliste muutuste põhjustaja. Peremeesorganismide resistentsuse erinevused parasiitide toime suhtes (geneetiliselt määratud nagu igasugused mitmevariandilised tunnused) võivad põhjustada peremeesorganismide populatsiooni lagunemise väiksemateks rühmadeks (alapopulatsioonideks), kus peremeesorganismide paljunemiskiirused võivad suuresti erineda. Kiire paljunemisega peremeesorganismidest (parasiidi suhtes resistentsamad organismid) koosnevad alapopulatsioonid suudavad hõivata uusi ökoloogilisi nišše efektiivsemalt kui alpopulatsioonis domineerinud organismid.

Parasitism võis olla seotud erisoolisuse tekkimisega.

Teatavasti on enamik hulkrakseid organisme erisoolised — osa toodab isasgameete, osa emasgameete. Organismi tasemel on selgelt välja kujunenud sooline dimorfism. Somaatiliste rakkude osas saab soolisusest rääkida vaid tingimisi, konkreetse organismi maksas ei ole pooled rakud “emased” ja pooled rakud “isased”. Tõsi, isassugupoole määramiseks peavad ka somaatilistel rakkudel juba varases embrüogeneesis avalduma teatavad pinnaantigeenid.

Ürgsed rakud ei olnud tõenäoliselt üksteisest sootunnuse poolest erinevad. Tänapäeva bakterid on aga sooliselt eristunud — neil toimub teatav informatsioonivaetus, midagi lihtsustatud konjugatsiooni taolist. Parasitismi seosele sugude tekkega (mis sisuliselt on infovahetuse vorm) saadi huvitavat tõendusmaterjali ühest küberneetilisest modelleerimiskatselt. Thomas Ray lõi arvutiprogrammi “Terra”, mis pidi kujutama elutekke mudelit. Organismideks olid selles lühikesed programmijupid, mis olid võimelised iseennast kopeerima ja seega “paljunema”. Kuivõrd nad olid mõnevõrra erinevate omadustega, võisid mõned paljuneda kiiremini kui teised. Seega, osa neist võis “olelusvõitluses” alla jääda ja hävida, kuivõrd “ruum” oli piiratud suurusega. Ootamatuseks uurijatele oli, et süsteemi hakkas spontaanselt tekkima ka “parasiite” (nad tekkisid spontaansete muutuste tõttu mõnedes programmides). Kui “parasiidid” likvideeriti eriti edukate organismide poolt, tekkisid nad kohe uuesti. Kõik mis on edukas meelitab ka parasiite. “Parasiitide” olemasolu osutus süsteemile isegi kasulikuks. Liikide arv parasiitide olemasolu korral oli suurem kui nende puudumisel. Parasiitideta süsteemis jäi 20 algliigist teatava aja möödudes ellu 8 liiki, parasiitidega süsteemis aga 16 liiki. Selgus, et “organismid” hakkasid vahetama teatavaid infoühikuid, evolutsioneerudes parasiitide olemasolu korral kiiremini, samal ajal kui süsteemi mitmekesisus jäi suuremaks.

Sümbioos kui loov tegur evolutsioonis.

Lynn Margulise eukarüootse raku tekkimise hüpotees, mille järgi eukarüootne rakk tekkis ürgsete prokarüootsete rakkude ühinemise teel, kusjuures algselt osa prokarüootse parasiteeris teises, ennustas õigesti ette, et mitokondrite ja plastiidide geenid sarnanevad prokarüootide geenidega.

Kas sümbioos on evolutsiooni jaoks sama tähtis tegur kui looduslik valik, on iseasi.

AINURAKSETE FÜLOGENEES

Ainuraksed on läbinud väga pika evolutsioonilise arengu. Nad on kohastunud kõige erinevamate elutingimustega ja mõned ainuraksete rühmad (näiteks ripsloomad) on saavutanud kõrge rakusisese diferentseerituse. Arvatakse, et oma arengutasemelt olid primitiivseimad ürgsed viburloomad, kuivõrd siin asus ajalooline lahknemispunkt taimeriigi ja loomariigi vahel. Kui lähtuda organismide ainevahetuse tüübist (autotroofne, miksotroofne, heterotroofne), siis miksootroofse ainevahetuse tüübiga ainuraksed (näit. *Euglena viridis*) illustreerivad võimalust üleminekuks fotosünteesilt heterotroofsele toitumisele. *Mastigamoeba* taolised organismid viitavad viburloomade ja juurjalgsete sugulusele, viburite esinemine mõnede eosloomade gameetidel aga seostele ka viburloomade ja eosloomade vahel. Lõpuks, viburite ja ripsmete ühtne ehitusplaan tõendab opaalloomade ja ka ripsloomade põlvnemist viburloomadest.

Samal ajal on kaasaegsed viburloomad võrreldamatult keerukamad kaasaegsetest juurjalgsetest, mis mõnede uurijate arvates seab ülaltoodud seisukoha teatava kahtluse alla.

LOOMADE SÜSTEMAATIKAS KASUTATAV TERMINOLOOGIA

TAKSON		NÄIDE	
<i>Regnum</i>	— riik	<i>Animalia (Zoa)</i>	— loomad
<i>Subregnum</i>	— alamriik	<i>Metazoa</i>	— hulkraksed
<i>Superdivisio</i>	— ülem põhikond	<i>Bilateria</i>	— kahekülgsed
<i>Divisio</i>	— põhikond	<i>Protostomia</i>	— esmassuused
<i>Phylum</i>	— hõimkond	<i>Arthropoda</i>	— lüliljalgsed
<i>Subphylum</i>	— alamhõimkond	<i>Tracheata</i>	— trahheeloomad
<i>Classis</i>	— klass	<i>Insecta</i>	— putukad
<i>Subclassis</i>	— alamklass	<i>Ectognathe</i>	— välislõugsed
<i>Infraclassis</i>	— infraklass	<i>Pterygota</i>	— tiibputukad
<i>Sectio</i>	— sektsioon	<i>Holometabola</i>	— täismoondega putukad
<i>Ordo</i>	— selts	<i>Diptera</i>	— kahetiivalised
<i>Subordo</i>	— alamselts	<i>Brachycera</i>	— kärbselised
<i>Familia</i>	— sugukond	<i>Muscidae</i>	— päris kärblased
<i>Genus</i>	— perekond	<i>Musca</i>	— kärbes
<i>Species</i>	— liik	<i>Musca domestica</i>	— toakärbes

MEDITSIINILINE PROTOZOOLOOGIA

Ainuraksete alamriiki kuulub rida inimesele patogeenseid vorme, kes kahjustavad erinevaid kudesid ja organeid ning põhjustavad tõsiseid, mõnikord ka letaalse kuluga haigusi.

Inimese parasitaarseid ainurakseid uurib zooloogia eriharu — meditsiiniline protozooloogia.

REGNUM: *ANIMALIA* (ZOA) — LOOMAD

SUBREGNUM: *PROTOZOA* — AINURAKSED

Alamriigi iseloomustus

Alamriiki kuuluvad ainuraksed on terviklikud organismid. Kui hulkrakse organismi koosseisu kuuluvad rakud on spetsialiseeritud funktsioonidega (rakkudevaheline tööjaotus), sõltuvad teiste keharakkude talitlusest ega suuda reeglina eksisteerida isoleeritult, siis ainuraksed on keha tasemel organismid.

Ainuraksete **keha** on mikroskoopiliste mõõtmetega (1–2000 μm) ja koosneb järgmistest komponentidest: plasmamembraan, tsütoplasma, raku organoidid, rakutuum.

Plasmamembraan on tüüpilise ehitusega ja võib-olla kaetud erilise tiheda pel-liikuliga.

Tsütoplasma välimine kiht (ektoplasma) on tihedam, homogeensem ja läbi-paistev, sisemine kiht (endoplasma) sõmeram ja vedelam. Endoplasmas paikne-vad universaalse loomusega organoidid (mitokondrid, endoplasmaatiline retiik-ulum, Golgi aparaadi diktüosoomid jne.) ja rakutuum. Lisaks neile on erineva-tel ainuraksetel ka spetsiaalfunktsiooniga rakuorganoide:

- 1) liikumis-,
- 2) toitumis-,
- 3) eritus- ja
- 4) kaitseorganoidid.

Liikumisorganoidid on:

- pseudopoodid (ebajalad ehk kulendid) — mitmesuguse kujuga ajutised väljasirutatavad tsütoplasmaosad,
- viburid — püsivad pikad niiditaolised struktuurid, mis võivad olla seotud erilise unduleeriva membraaniga,
- ripsmed — püsivad lühikesed niidikesed.

Ripsmete ja viburite ehitus on paljuski sarnane. Nende lähtepunktis asub tsütoplasmas eriline graanul — kinetosoom ehk basaalkעה, mis on ehituselt identne tsentriooliga (valem = $(9 \times 3) + 0$). Ripsmete ja viburite läbimõõt on ca 0,2 μm (200 nm). Ripsme ja viburi sees asub 9 paari mikrotorukesi (perifeerselt) ja tsentraalselt veel 2 mikrotorukest (valem = $(9 \times 2) + 2$).

Toitumisorganoidid on:

- seedevakuool (toitekublik),
- sekretoorsed vakuoolid (võivad sisaldada proteolüütilisi ensüüme),
- ekskretoorsed vakuoolid (sisaldavad eritisi ja jääkaineid).

Enamik ainurakseid toitub tahketest osistest. Fagotsütoosi abil satuvad need seedevakuooli, mis sisaldab seedeensüüme. Toit seedub ja tekkinud lihtsamad ühendid imenduvad tsütoplasmasse. Jääkained heidetakse väliskeskkonda, enamasti vahendavad seda protsessi ekskretoorsed vakuoolid. Parasitaarsete ainuraksete puhul on ülekaalus pinotsütoosi protsess. Mõningatel juhtudel esineb ainuraksetel ka rakuväline seedimine — proteolüütilised ensüümid väljutatakse sekretoorsetes vakuoolides. Osa ainurakseid (*Classis: Phytoflagellata*) omab kloroplaste ja on seega võimeline autotroofseks toitumiseks.

Eritusorganoidid on lisaks eespool nimetatud sekretoorsetele ja ekskretoorsetele vakuoolidele veel kontraktiilne vakuool (pulseeriv vakuool ehk tuikekublik), mis perioodiliselt täitub vedelikuga ja tühjeneb väliskeskkonda. Tema põhiülesandeks peetakse osmootse rõhu reguleerimist. Parasiitsetel, samuti ka merevee keskkonnas elutsevatel ainuraksetel, kus osmootne rõhk on lähedane tsütoplasma omale, kontraktiilne vakuool puudub. Vabalt elutsevatel vormidel osaleb kontraktiilne vakuool ka raku hapnikurikka veega varustamisel.

Kaitseorganoidid esinevad infusooridel (ripsloomadel). Nendeks on trihhotüstid (paisatid) — ripsloomade ektoplasmas asetsevad niitjad väljapaisatavad kehakesed. Tungides vaenlase või saakobjekti kehasse, halvavad nad selle talitluse.

Tuumi on ainuraksetel kas üks või mitu.

Paljunemine toimub ainuraksetel kas sugutult (mitoos, pungumine, skisogoonia ehk merogoonia ehk hulgijagunemine) või suguliselt (enamasti kopulatsioon, infusooridel konjugatsioon).

Elutsüklile on iseloomulik teatud arengustaadiumide vaheldumine. Algstaadiumiks on sügoot, mis jaguneb sugutult, järgneb suguliste haploidsete rakuvormide teke ja uue sügooti moodustumine.

Entsüsteerumine ehk tsüstide moodustamine on ainuraksetele iseloomulik viis ebasoodsates tingimustes ellujäämiseks. Vegetatiivsed vormid (üks või mitu) vähenevad mõõtmeis (peamiselt vee arvel) ja nende ümber kujunevad tihedad kestad. Soodsates tingimustes kestad lahustuvad ja vegetatiivsed vormid jätkavad endist eluviisi.

Ainuraksete süsteem käsitlemist leidvate suuremate taksonite osas on järgmine:

REGNUM: ANIMALIA (ZOA) — LOOMAD

SUBREGNUM: PROTOZOA — AINURAKSED

I. Phylum: Sarcomastigophora — juurviburloomad

1. Subphylum: Mastigophora (Flagellata) — viburloomad

Classis: Zoomastigophorea (Zooflagellata) — loomviburloomad

2. Subphylum: Opalinata — opaalloomad

3. Subphylum: Sarcodina (Amoebae) — juurjalgsed

II. Phylum: Apicomplexa

Classis: Sporozoea — eosloomad

1. Subclassis: Coccidia — koktsiidilised

2. Subclassis: Piroplasmia — piroplasmad

3. Subclassis: Gregarinia — gregariinid

III. Phylum: Microspora — pisi-eosloomad

IV. Phylum: Ciliophora — ripsloomad

I. PHYLUM: Sarcomastigophora — JUURVIBURLOOMAD

1. Subphylum: Mastigophora — viburloomad

Juurviburloomade hõimkonna lühiiseloomustus.

Sellesse hõimkonda kuuluvatel ainuraksetel on kas üks, kaks või palju tuumi. Liikumiselunditeks on viburid, pseudopoodid (kulendid) või mõlemad korraga. Paljunemine toimub peamiselt sugutult (pikipooldumise teel) või harvem suguliselt (süngaamia teel).

Viburloomade alamhõimkonna iseloomustus.

Alamhõimkond *Mastigophora* on saanud oma nime viburi(te) ja nendega seotud rakustruktuuride olemasolust. Mastigont on niisiis viburikandja ning mastigondi-kompleks on rakuorganoidide grupp, mis on seotud viburi(te)ga.

Siia alamhõimkonda kuuluvatele mikroskoopiliste mõõtmetega ainuraksetele on iseloomulik püsiva kehakuju (ovaalne või värtnataoline) ja viburite (1, 2, 4, 8 või rohkem) olemasolu. Tänu viburitele suudavad nad oma elukeskkonnas vabalt ja kiirelt liikuda. Mõned vabalt elavad viburloomad on võimelised moodustama ka kulendeid (*Mastigamoeba aspera*), olles omapärasteks üleminekuvormideks viburloomade ja juurjalgsede vahel. Parasitaarsed viburloomad võivad eluneda seedeelundkonnas, kudedes ja ka koevedelikes — veres, lümfis ja seljaajuvedelikus. Suguline sigimine esineb vähestes rühmades.

Viburloomade alamhõimkond jaguneb taimviburloomade ja loomviburloomade klassiks, need omakorda paljudeks seltsideks. Taimviburloomade hulgas on seejuures selliseidki organisme, mida botaanikud loevad taimeriiki kuuluvaks. Loomviburloomade klassi esindajatel puuduvad kloroplastid.

Alamhõimkonna **süstemaatiline jaotus** (kursuses käsitlust leidvate seltsidega) on järgmine:

Subphylum: Mastigophora (Flagellata) — viburloomad

1. *Classis: Phytoflagellata* — taimviburloomad

1. *Ordo: Euglenoides* — silmviburilised

Euglena viridis — roheline silmviburlane

2. *Classis: Zoomastigophorea (Zooflagellata)* — loomviburloomad

1. *Ordo: Kinetoplastida* — kinetoplastilised

Trypanosoma brucei gambiense

Trypanosoma brucei rhodesiense

Trypanosoma cruzi

Trypanosoma equiperdum

Leishmania donovani

Leishmania tropica

Leishmania brasiliensis

2. *Ordo: Diplomonadida* — diplomonaadilised

Lambliia intestinalis (Giardia lamblia)

3. *Ordo: Trichomonadida* — trihhomonaadilised

Trichomonas vaginalis

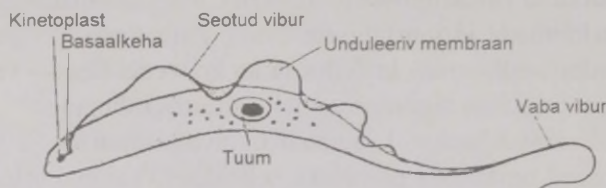
Trichomonas hominis (Pentatrichomonas hominis)

Trichomonas tenax

Classis: Zoomastigophorea (Zooflagellata) — loomviburloomad

1. Ordo: Kinetoplastida — kinetoplastilised

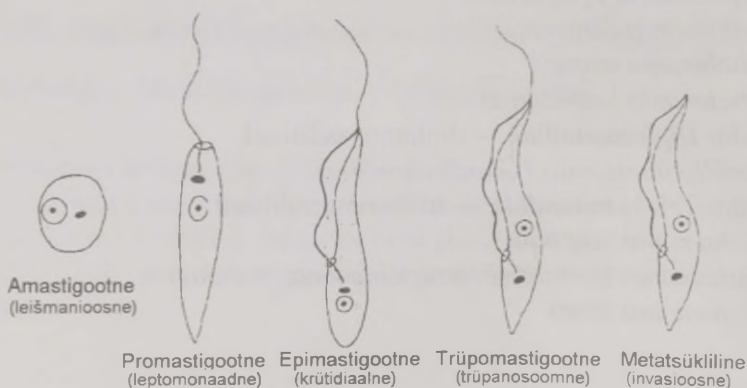
Seltsi *Kinetoplastida* kuuluvatel ainuraksetel on tüüpiliselt üks või kaks viburit. Mastigondi-kompleks koosneb viburist ja selle basaalkehast (ka blefarooplast või kinetosoom). Nende kinetoplastid (spetsialiseerunud mitokondrid) paiknevad alati viburi basaalkeha (joonis 2) lähedal ja toodavad viburi tööks vajalikku energiat.



Joonis 2. Trüpanosoomi üldehitus.

Trüpanosoomidele ja leišmaaniatele on iseloomulik mitme morfoloogilise vormi vaheldumine elu jooksul. Eri vormid erinevad viburi erineva asetuse ja unduleeriva membraani suuruse ning olemasolu poolest (joonis 3): amastigootne vorm on ovaalne või ümara kujuga ja ilma viburita; promastigootne vorm on pikliku kujuga, kinetoplast ja kinetosoom paiknevad keha eesotsas; epimastigootsel vormil asetsevad kinetoplast ja kinetosoom vahetult tuuma ees, unduleeriv membraan on lühike; trüpomastigootsel vormil asetsevad kinetoplast ja kinetosoom tuuma taga, unduleeriv membraan on pikk ja lainjas, invasioosne ehk metatsükliiline vorm erineb trüpomastigootsest vaba viburi puudumise poolest. Morfoloogilise vormi muutus toimub parasiidil kas pärast peremehe vahetust või ümberpaiknemist peremeesorganismis.

Praktikum hõlmab tähtsamaid parasiitseid ainuviburilisi.



Joonis 3. Parasitaarsete üheviburiliste ainuraksete eluvormid (sulgudes sünonüümsed nimetused).

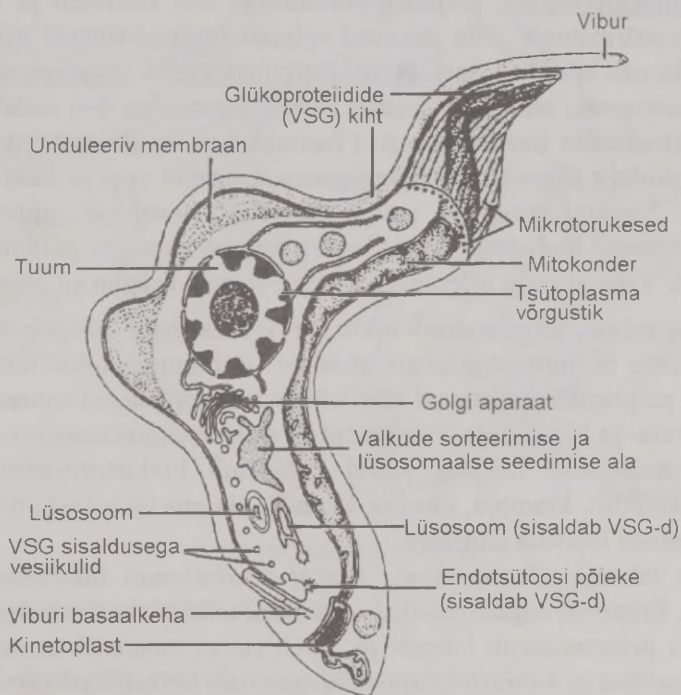
Trüpanosoomidel on põhilisteks eluvormideks trüpomastigootne, amastigootne ja epimastigootne vorm. Putuka sooles esineb epimastigootne vorm, süljenäärmetes invasioosne vorm (ilma viburita trüpomastigootne vorm). Inimesel jt. imetajatel esineb nii trüpomastigootne kui ka rakusisene amastigootne vorm. Kahel peamisel parasiidiliigil on erinev geograafiline leviala, erinevad siirdajad ja nad põhjustavad täiesti erinevaid haigusi.

Molekulaarsel tasemel on trüpanosoomidel huvitav iseärasus. Trüpanosoomid kannavad plasmamembraani välispinnal glükoproteiidide kihti (ingl. k. *variant surface glycoproteins* — VSG, joonis 4), mis koosneb umbes 10^7 glükoproteiidi molekulist. Konkreetsetel trüpanosoomil toodetakse võimalikest glükoproteiididest ainult ühte (ekspressseerub üks paljudest glükoproteiidi geenidest) ning kui peremehe immuunsüsteem selle avastab, lülitub sisse teine geen, mille abil modifitseeritakse rakku kattev glükoproteiidne kiht. Kuna peremees võitleb parasiidiga lakkamatult, toimub parasiidi pinnakatte pidev ümberehitamine. Lammutatav pinnakate lagundatakse rakusiseselt lüsoosoomides.

• *Trypanosoma brucei gambiense* — **nagaanataudi** tekitaja ja

Trypanosoma brucei rhodesiense — **unitõve** tekitaja.

Lokalisatsioon. Veri, lümf, tserebrospinaalvedelik (liikvor), selja- ja peaaju koed, serooskestad (kehaõõnt ja siseelundeid katvad kelmel).



Joonis 4. Trüpanosoomi *Trypanosoma brucei* ultrastruktuur.

Geograafiline levik. *T.b. gambiense* — troopiline Lääne- ja Kesk-Aafrika, *T.b. rhodesiense* — Ida-Aafrika.

Siirdaja. Tsetsekärbsed perekonnast *Glossina*. Nagaanataudi tekitajal (*T.b. gambiense*) — *Glossina palpalis*, unitõve tekitajal (*T.b. rhodesiense*) — *Glossina morsitans*.

Morfo-füsioloogiline iseloomustus. Trüpanosoomide viburiga vormid on siseehituselt väga sarnased leišmaaniate promastigootsete vormidega. Põhiline vorm on trüpomastigootne (joonis 4), aga esineb ka epimastigootne vorm. Unduleeriv membraan seob viburit ainurakse keha pinnaga. Kepikujuline kinetoplast on spetsialiseerunud mitokonder, mis sisaldab tuumast erinevat DNA-d ja prokarüoodi tüüpi ribosome. Mastigondi-kompleks koosneb viburist ja selle basaalkehast (ka blefaroplast ehk kinetosoom). Tsütoplasma sisaldab veel Golgi kompleksi, ribosome, lüsoosome ja vakuoole. Parasiidi suurus on kuni 30 µm, ta on väikese kinetoplasti ja hästi arenenud unduleeriva membraaniga.

Elutsükel. *T.b. gambiense* parasiteerib inimesel (põhiline reservuaar) ja kodu-seal. *T.b. rhodesiense* reservuaariks on rohkem liike: inimene, kariloomad (veis, lammas) ning ka metsloomad (peamiselt antiloobid). *T.b. rhodesiense* suuremat virulentsust põhjendatakse evolutsiooni käigus toimunud pideva agressiivsemate parasiiditüvede loodusliku valikuga. Haige inimese verega satub trüpomastigootne ainurakne putuka seodekulglasse, kus ta kesksöoles muutub epimastigootseks, paljuneb pooldumise teel aktiivselt ja liigub edasi kärbsse süljenäärmetesse. Siin jätkavad epimastigootsed vormid paljunemist ja muutuvad lõpuks infektsioosseteks metatsükliilisteks ehk invasioosseteks vormideks. Trüpanosoomi elutsükel kestab kärbsse organismis 4–6 nädalat. Inimene nakatub tsetsekärbsse hammustusest. (Tsetsekärbes on aktiivne päeval ajal.) Hammustuskohast liiguvad trüpomastigootsed vormid vere ja lümfiga organismis laiali. Seejärel tungivad parasiidid lümfisõlmedesse, ajuvedelikku ja kesknärvisüsteemi kudedesse. Samaaegselt toimub parasiidi paljunemine pooldumise teel. Veres olevad trüpomastigootsed vormid nakatavad tsetsekärbest.

Patogeenne toime. Nagaanataudi tekitaja (*Trypanosoma brucei gambiense*) inkubatsiooniaeg on mõnest päevast nädalani. Hammustuskohal tekib haavand. Parasiitide paljunedes nakatuvad lümfisõlmed. Lümfisõlmed suurenevad, tekib palavik, lihase- ja liigesevalu. Patsiendid on selles haigusstaadiumis tihti hüperaktiivsed. Kroonilise haiguse puhul kahjustub kesknärvisüsteem (tekivad meningoentsefaliit, krambid, jõuetus, kooma). Haigus võib kesta 6–10 aastat ja ravi puudumisel lõppeda letaalselt.

Unitõve tekitaja (*Trypanosoma brucei rhodesiense*) inkubatsiooniaeg on paar päeva. Erinevalt nagaanataudist on aafrika unitõbi tavaliselt ägedalt kulgev haigus, mis progresseerub kiiresti ja lõpeb ravita enamasti surmaga. Lümfisüsteem tavaliselt ei kahjustu. Parasiidid tungivad kiiresti kesknärvisüsteemi ja kahjustavad seda tugevasti. Haiguse lõppstaadiumis kujunevad lihasdüstroofia,

kurnatus ja vaimne depressioon, süveneb unisus (siit ka nimetus — unitõbi). Haiguse kroonilist vormi esineb harva. Ilma ravita surevad haiged 9–12 kuu jooksul.

Laboratoorne diagnostika. Vere ja seljaajuvedeliku uuring. Parasiidi olemasolu tõestamiseks kasutatakse ka katseloomade nakatamist patsiendi verega.

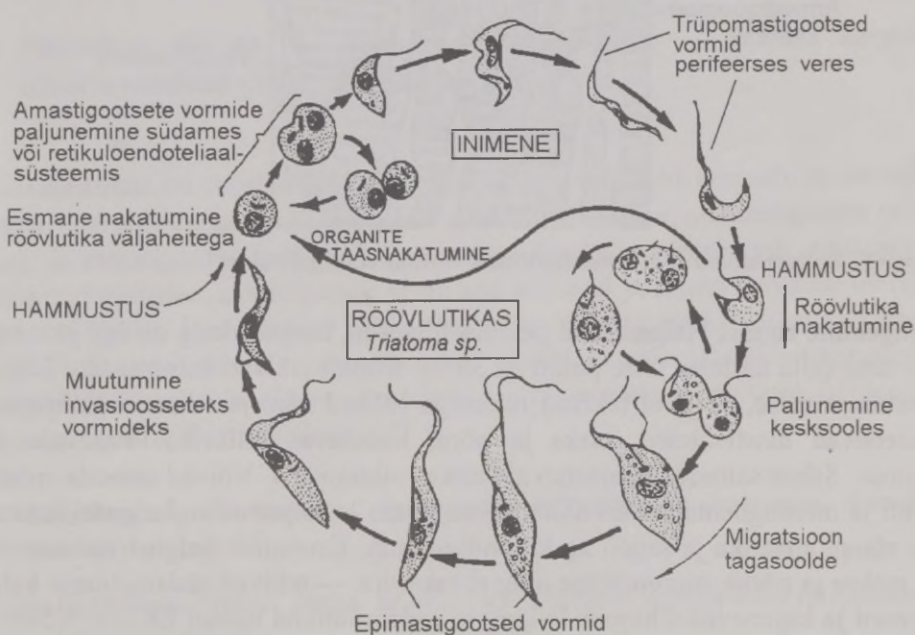
- *Trypanosoma cruzi* — Chagase haiguse ehk tšagasitaudi tekitaja.

Lokalisatsioon. Siseorganite rakud (müokard, maks, aju, põrn, retikuloendoteliaalse süsteemi rakud, kesknärvisüsteem).

Geograafiline levik. Kesk- ja Lõuna-Ameerika.

Siirdaja. Verd imevad röövlutikad reduviidid (*Reduviidae*) perekondadest *Triatoma*, *Rhodinus* ja *Panstrongylos*.

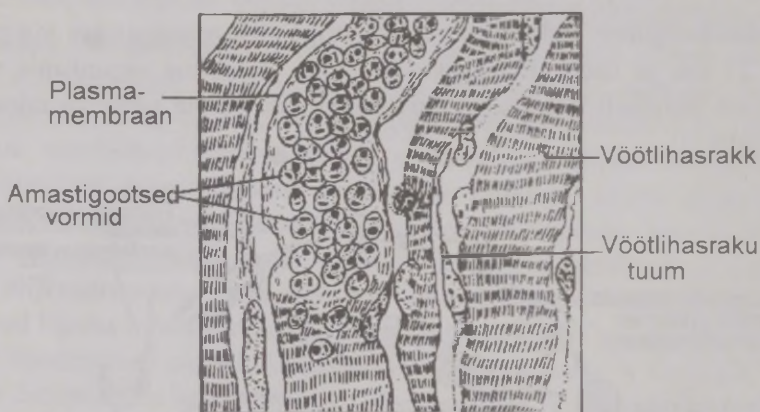
Morfo-füsioloogiline iseloomustus. Viburiga trüpomastigootse vormi suurus on kuni 21 μm ja suure kinetoplastiga ning võimeline organismis rändama. Inimeses on parasiidi põhiliseks eluvormiks rakusisene väike ovaalne amastigootne vorm.



Joonis 5. *Trypanosoma cruzi* elutsüklil.

Elutsüklil. Parasiidi looduslikuks reservuaariks on vöölad, opossumlased, sipelgaõgilased, närilised ja mõned ahviliigid. Reservuaariks on ka röövlutika pesad elamutes. Elutsüklil (joonis 5) erineb teiste trüpanosoomide omast.

Ainuraksed arenevad putuka seedekulglas ja nakatavad metatsüklilised ehk invasioossed vormid, mis satuvad inimese nahale röövlutika fekaalidega. Kuna röövlutikad eelistavad inimesel näo ja suu piirkonda, nimetatakse reduviide ka suudlevateks lutikateks. Parasiidid tungivad naha mikrohaavanditesse (näiteks lutika hammustus), limaskestadesse ja rändavad edasi teistesse kudedesse (südamelihas, maks, aju), kus kaotavad unduleeriva membraani ning muutuvad väiksemateks ovaalseteks amastigootseteks vormideks (joonis 6). Need paljunevad kiiresti pooldumise teel ja kahjustavad peremehe rakke. Pärast rakkudest väljumist sisenevad nad järgmistesse rakkudesse või muutuvad lutikat nakatavateks inimese veresoones levivateks trüpomastigootseteks vormideks. Seejuures ainurakne inimese veres ei paljune. Röövlutika kesksooles muutuvad ainuraksed epimastigootseteks vormideks, paljunevad ja liiguvad edasi lutika tagasoolde, kus arenevad fekaalidega väljutatavateks invasioosseteks vormideks.



Joonis 6. *Trypanosoma cruzi* amastigootsed vormid vöotlihasrakus.

Patogeenne toime. Haigestuvad peamiselt lapsed, haiguse kulg on äge ja suremus suur (alla aastaste laste puhul ca 30%). Esmalt tekivad hammustuse kohal punetus ja turse, seejärel tekivad tursed ja lööbed näol ja silmade ümbruses. Suurenevad lümfisõlmed, maks ja põrn, kaasnevad palavik, lihasevalu ja väsimus. Silma sattudes põhjustab ainurakne silmaturset. Võivad esineda entsefaliidi ja meningoentsefaliidi nähud. Suuremate laste puhul on haigusel keeruline sümptomaatika ja sageli ka krooniline kulg. Kroonilist haigust iseloomustab maksa ja põrna suurenemine ning müokardiit — tekivad südamelihase kahjustused ja kujunevad Chagase haigusele iseloomulikud häired EKG-s. Võimalik on söögitoru ja käärsoole laienemine, kahjustub ka kesknärvisüsteem.

Laboratoorne diagnostika. Ägeda vormi puhul on trüpanosoome võimalik avastada vere äigepreparaatide mikroskopeerimisel. Kasutatakse ka immuunoloogilist meetodit. Lümfisõlmede biopsiamaterjali uurimisel võib leida amastigootseid vorme. Kroonilise haiguskulu puhul peetakse efektiivseimaks võtteks

ksenodiagnostikat — nakatamata puukidel lastakse imeda haige verd. Puugi seedekulglas võib paljunenud trüpanosoomi avastada 10–20 päeva pärast.

*T. cruzi*l on leitud 7 tüve, kes on võimelised parasiteerima inimese vähirakkudes ja neid hävitama *in vitro*. Sellised parasiidi rakud ründavad vähirakke palju aktiivsemalt kui normaalseid rakke või vähemalt sama efektiivselt. *In vivo* katsetes on saavutatud hiire sarkoomi kasvu pidurdumine 2–16 korda võrreldes kontrollkatsega ja isegi täielik tervenemine 1–2 kuu jooksul.

- *Trypanosoma vivax* — parasiteerib Kuuba saare veistel.
- *Trypanosoma evansi* — põhjustab kaamelitel haigust nimetusega su-auru. Siirdajateks on parmud ja pistekärbsed.
- *Trypanosoma equiperdum* — hobuse kargtõve ehk kargtaudi tekitaja. See on ainuke teada olev trüpanosoom, mis levib ühelt loomalt teisele ilma putukate vahendusega. Hobused nakatuvad suguakti ajal. Iseloomulikud on nn. taalerlaigud nahal, halvatud tagakeha ja longus kõrvad. Uuringud on näidanud, et veresoonte seintesse tekivad mikroskoopilised augud ja maksarakkudes esinevad tuumade ja mitokondrite kahjustused.

□ **Praktiline töö nr. 1.** *Trypanosoma equiperdum* — hobuse kargtõve tekitaja morfoloogia. Püsipreparaat.

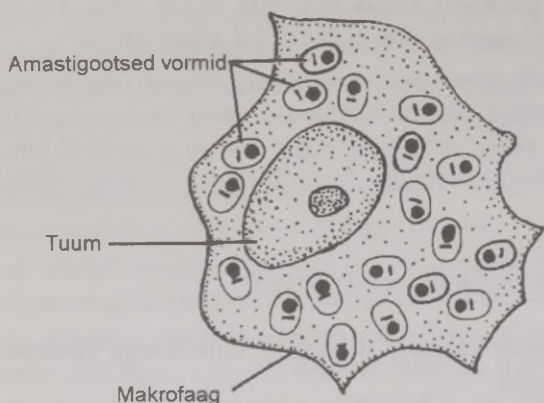
Leišmaaniad on tavaliselt rakusisesed (ühes rakus 3–6) inimeste ja imetajate parasiidid suurusega 1,5–3 µm. Neil esineb 2 eluvormi: promastigootne (viburiga) ja amastigootne (viburita). Promastigootne vorm parasiteerib putukates — nakkusekandjates, amastigootne vorm aga inimesel ja teistel peremeestel (koe-rad, närilised). Leišmaaniad kahjustavad kas inimese nahka (dermatotroopsed liigid) või siseelundeid (vistserotroopsed liigid). *In vitro* läbiviidud katsetes on selgunud, et makrofaagid on võimelised fagotsüteerima ja hävitama leišmaania-te amastigootseid vorme (joonis 7).

- *Leishmania donovani* — vistseraalse leišmanioosi (kala-azar, dum-dum palavik) tekitaja.

Lokalisatsioon. Maksa, põrna, luuüdi, lümfisõlmede ja nahaaluse retikuloendoteliaalsüsteemi rakud.

Geograafiline levik. Aasias, Aafrikas ja Kagu-Aasias. Alamliik *L.d. infantum* — Vahemeremaades, Euroopas, Lähis-Idas, Hiinas ja *L.d. chagasi* — Lõuna- ja Kesk-Ameerikas, eriti Mehhikos ja Antillidel.

Siirdaja. Kahetiivalised putukad moskiitod, kas perekonnast *Phlebotomus* (ida-poolkeral) või *Lutzomyia* (läänepoolkeral).



Joonis 7. *Leishmania* sp. amastigootsed vormid makrofaagis.

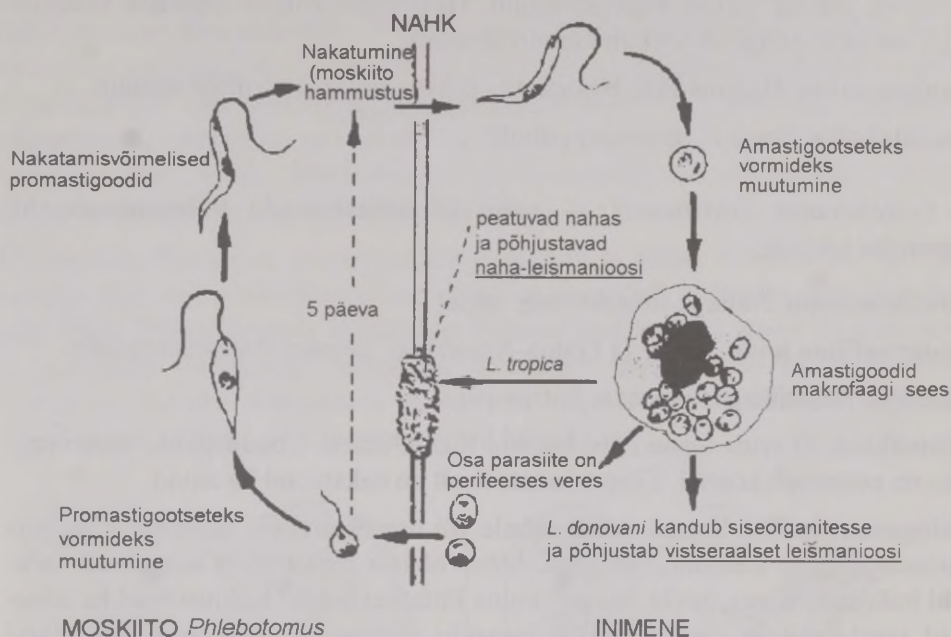
Morfo-füsioloogiline iseloomustus. Promastigootne ja amastigootne vorm. Kõik leišmaaniad on ehituselt väga sarnased. Amastigootne vorm on ovaalne või ümar, suurus 2–5 μm . Tuum asetseb tsentraalselt. Promastigootne vorm on ehituselt sarnane trüpanosoomidega. Katsetes *in vitro* on tõestatud ainurakse endotsütoosi võime.

Elutsükkel. Parasiidi reservuaariks Aafrikas on närilised, mujal koerad, kassid, rebased, šaakalid, okassead. Ülekandjateks on väikesed verd imevad putukad — moskiitod — kas perekonnast *Phlebotomus* (idapoolkeral) või *Lutzomyia* (läänepoolkeral). Moskiito süljenäärmetes asuv promastigootne vorm satub imetaja organismi läbi naha, kaotab oma viburi ja tungib retikuloendoteliaalsetesse rakkudesse ning paljuneb seal (joonis 8). Igas rakus võib olla 100–200 ainurakset. Rakud purunevad ja parasiidid nakatavad kõrval olevaid rakke. Parasiidid levivad maksas, põrnas, luuüdis, lümfisõlmedes, kus kahjustavad kudesid. Perifeerses veres haigusetekitajaid ei leita. Amastigootne vorm on diagnostilise tähtsusega ja moskiitode jaoks nakatav staadium. Moskiitos muutub amastigootne vorm promastigootseks ja paljuneb pooldudes putuka kesksooles. Pärast keeruka arengu läbimist rändab parasiit moskiito süljenäärmetesse ja võib sealt putukahammustuse kaudu sattuda inimese organismi.

Patogeenne toime. Patogeense mehhanismi kõik detailid pole täpselt teada. Haiguse peiteaeg on 2–3 nädalat. Nakatumisel tekib kestab palavik ning kujuneb aneemia ja kurnatus. Elundites, milles parasiit elutseb, hakkavad vohama sidekude ning elund suureneb (hüpertrofeerub — hepatomegalia, splenomegalia). Kahjustatud vereloomeelundite (punane luuüdi, lümfisõlmed, põrn) tõttu on need inimesed väga vastuvõtlikud ka teistele nakkushaigustele. Haigus võib kulgeda ägedalt või olla kroonilise kuluga (1–3 aastat). Haigestuvad eeskätt lapsed. Suremus on ravita väga kõrge.

Laboratoorne diagnostika. Luuüdi biopsiamaterjalist (saadud rinnaku punktsooniil) tehakse äigepreparaadid, milles uuritakse amastigootse vormi olemasolu rakkudes ja rakkudevahelises ruumis.

Profülaktika. Individuaalsed kaitsevahendid moskiitode vastu. Hulkuvate koerte ja šaakalite hävitamine. Moskiitode tõrje.



Joonis 8. *Leishmania donovani* ja *L. tropica* elutsükel.

• ***Leishmania tropica*** — **naha-leișmanioosi** ehk idamaa muhktove tekitaja. On teada kolm selle ainurakse alamliiki: *L. tropica minor*, *L. tropica major* (idapoolkeral), *L. tropica mexicana* (läänepoolkeral).

Lokalisatsioon. Naha rakud.

Geograafiline levik. Lõuna-Euroopa riigid, Aasia (sh. Kesk-Aasia ja Taga-Kaukaasia), Aafrika, Kesk- ja Lõuna-Ameerika (eriti Amazonase piirkond).

Siirdaja. Kahetiivalised putukad moskiitod kas perekonnast *Phlebotomus* (idapoolkeral) või *Lutzomyia* (läänepoolkeral).

Morfo-füsioloogiline iseloomustus. Promastigootne ja amastigootne vorm.

Elutsükel. Ei erine oluliselt *L. donovani* omast. Nakkuse reservuaariks on inimesed, koerad, kassid, rebased, ahvid, laiskloomad ning kõrbetes ja poolkõrbetes elutsevad pisinärilised (hiired, suslikud, rotid, ümisejad jt.). Nakatunud loomadele nagu inimestelegi on iseloomulikud nahahaavandid. Kui moskiito

imeb inimese verd, satuvad promastigootsed vormid inimese nahka (joonis 8). Seal haaravad nad endasse paiksed makrofaagid, kus amastigootsed parasiidid paljunevad ja levivad edasi.

Patogeenne toime. Peiteaja möödudes tekivad nahale sõlmekesed (paapulid), mis laienevad ja haavanduvad. Raskesti paranevad nahahaavandid esinevad näol ja teistel katmata kehaosadel. Ilma ravita paranetakse 1 kuu jooksul, kuid tavaliselt jäävad inetud sügavad armid. Haavandid võivad muutuda krooniliseks, kui peremehel on nõrk immuunreaktsioon.

Laboratoorne diagnostika. Haavandite eritiste mikroskoopiline analüüs.

Profülaktika. Nagu *L. donovani* puhul.

• *Leishmania brasiliensis* — naha ja limaskestade leišmanioosi ehk espundia tekitaja.

Lokalisatsioon. Naha ja limaskestade rakud.

Geograafiline levik. Kesk- ja Lõuna-Ameerikas, peamiselt vihmametsades.

Siirdaja. Moskiito perekonnast *Lutzomyia*.

Elutsükkel. Ei erine teiste *Leishmania* liikide omast. Looduslikuks reservuaariks on peamiselt koerad. Eksperimentaalselt on nakatunud ka ahvid.

Patogeenne toime. Esmalt ilmub nahale või limaskestadele väike haavand, mis paraneb ja jätab iseloomuliku armi. Mõne nädala pärast tekib hulgaliselt valutuid haavandeid suu, neelu, kurgu ja nina limaskestadele. Kahjustuvad ka kõvemad koed (näiteks ninakõhred). Ninaneelu piirkonnas kujunevad ulatuslikud kahjustused. Väga sagedased on tursed ja sekundaarsed bakteriaalsed infektsioonid.

Laboratoorne diagnostika. Haavandite eritiste mikroskoopiline analüüs.

Profülaktika. Nagu teiste *Leishmania* liikide puhul.

2. Ordo: *Diplomonadida* — diplomonaadilised

Seltsi *diplomonadida* kuuluvad ühe või kahe tuumaga ainuraksed. Tavaliselt on nad kahetuumalised ja kahepoolse sümmeetriaga paljuviburilised mastigondid, kes parasiteerivad paljudel imetajatel, kuid erinevatel peremeestel esinevad eri liigid.

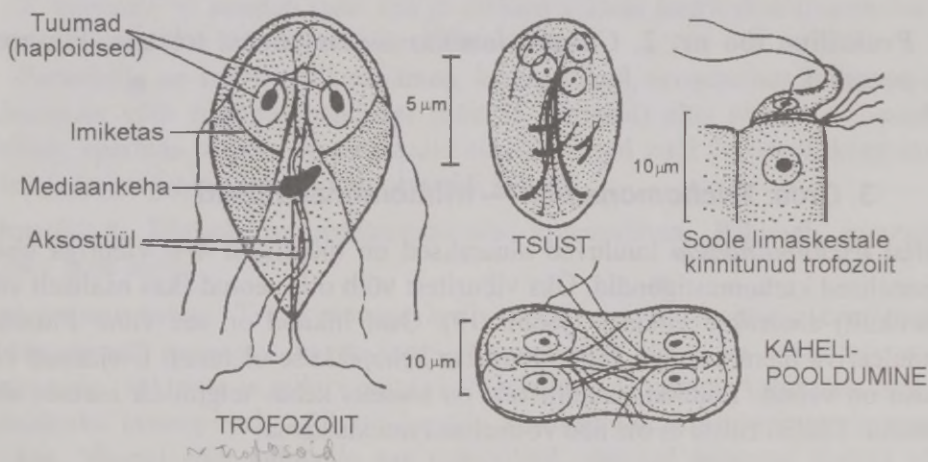
• *Giardia lamblia* (*Giardia duodenalis*, *Lambliia intestinalis*) — lamblioosi tekitaja.

Lokalisatsioon. Parasiit lokaliseerub peensooles, kaksteistsõrmiksooles, sekundaarselt ka sapiteedes.

Geograafiline levik. Kosmopoliitse levikuga.

Morfo-füsioloogiline iseloomustus. Peremehele vabalt elav lamblia vegetatiivne vorm — trofozoiit — on välimuselt tilgakujuline, laiusega 7–8 μm ja pikkusega 15 μm , selgmiselt nõgus ja kõhtmiselt kumer ainurakne (joonis 9). Parasiidile on iseloomulik täiuslik kahepoolne sümmeetria. Ainurakse toeseks on telgmiselt asetsevad 2 aksostüüli (telgvarb, kr. k. *akson* — telg + *stylos* — sammas). Kõhtmisel poolel paikneb 2 nõgusat imiketast, mille abil parasiit kinnitub peremehe rakkudele. Perekonnale *Giardia* on ainuomane iminappade all asetsev mediaankeha. Parasiidil on kaks tuuma (mõlemad haploidse kromosoomistikuga), neli paari kinetosoomi ehk basaalkahi ja vibureid. Elektronmikroskoopia andmetel puuduvad mitokondrite sarnased organellid ja Golgi kompleks. Parasiit on võimeline moodustama tugevakestalisi 4-tuumalisi tsüste. Toitub osmootselt ja ka pinotsütoosi teel.

Elutsükkel. Peamised eluvormid on trofozoiit ja tsüst. Nakatumine toimub tsüstide abil, mida leidub pesemata juur- ja puuviljal, keetmata vees ja pesemata kätel. Pärast kestade lagunemist liiguvad trofozoidid maost duodeenumi ja peensoole limaskestast. Sattununa soolestiku tagumistesse piirkondadesse moodustab lamblia 4-tuumalisi tsüste, mis väljutatakse organismist väljaheitega. Tsüstid säilivad +4°C temperatuuril kuni 2 kuud.



Joonis 9. *Giardia lamblia* ehitus ja vormid.

Patogeenne toime. Peiteaeg on 1–3 nädalat. Parasiidid (eriti kui neid on massiliselt) kahjustavad soolestiku limaskestast, häirides seedetegevust ja pärssides soole imendusfunktsiooni (on häiritud süsivesikute ja rasvhapete imendumine, samuti mitmete ensüümide süntees sooleepiteeli rakkudes), mille tagajärjel tekib kõhulahtisus (tavaliselt 1–2 nädala vältel).

Elanikkonna nakatumus võib teatud piirkondades ulatuda 10–20%-ni, lastekollektiivides 50–80%-ni. Osa uurijaid peab lambliaid isegi kommensaalideks.

Väljakujunenud lamblioosi puhul võib tekkida närvisüsteemi, südame-vereringeelundkonna ja maksa-sapisüsteemi kahjustusi. Kõige sagedasemaks lamblioosi komplikatsiooniks (40% juhtudest) on laktoosi ehk piimasuhkru talumatus, mis võib ilmnedagi veel pool aastat peale infektsiooni. Väga sage (kuni 28% juhtumitest) on asümptomaatiline lambliosis (sel juhul on inimene tsüstide levitaja ja reservuaar). Esineb ka kroonilist infektsiooni, mis vältab mõnest kuust kuni aastani ja mida on raske ravida.

Laboratoorne diagnostika. Analüüsitakse fekaalset materjalist valmistatud äigepreparaate, et kindlaks teha tsüstide olemasolu. Vegetatiivseid vorme otsitakse kaksteistsõrmiksoole sondeerimisel saadud materjalist.

On demonstreeritud *G. lamblia* esinemist kaksteistsõrmiksoole epiteelirakkude sees, kuid enamik uurijaid peab niisugust juhtumit harva esinevaks.

Lambliate seest on leitud B-hepatiidi viirusi, mistõttu oletatakse, et lambliad on üheks hepatiidiviiruste looduslikuks reservuaariks. On täheldatud, et A- ja B-viiruse hepatiidide puhul võib sageli kaasnedagi lambliosis. Sellisel juhul kulgeb kollatõbi raskemini ja võib muutuda krooniliseks. Kaukaasias ja Kesk-Aasias esineb lambliosis tihti koos düsenteeriaga. Gruusia tasandiku elanikkonna uuringud (1986–1990) näitasid, et parasiidi kandjateks osutusid uuritud isikutest 86,3%. Sageli esineb lambliosis koos tõvestavate mikrosoontega. Kaksteistsõrmiksoole sondeerimisel saadud sapis esinesid lambliad koos seente (*Aspergillus niger*, *Paecilomyces*) spooride ja mütseeliga.

□ **Praktiline töö nr. 2.** *Giardia lamblia* — lamblioosi tekitaja. Püsipreparaadid.

3. Ordo: *Trichomonadida* — trihhomonaadilised

Seltsi *trichomonadida* kuuluvad ainuraksed on tüüpiliselt 4–6 viburiga ühetuumalised karüomastigondid. Üks viburitest võib olla seotud (kas osaliselt või täielikult) ainurakse pinnaga (joonis 10). Osal liikidel on see vibur liitunud unduleeriva membraaniga kogu ainurakse kehapiikkuse ulatuses. Ülejäänud viburid on vabad. Trihhomonaadilistele on toeseks kehas telgmiselt asetsev aksoosüül. Tõelisi tsüste ei ole nad võimelised moodustama.

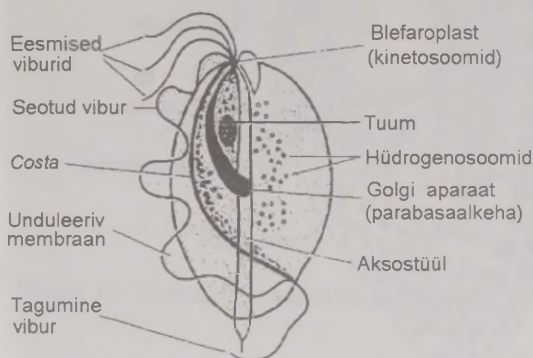
● *Trichomonas vaginalis* — urogenitaalse trihhomonoosi tekitaja.

Lokalisatsioon. Parasiit elutseb meeste ja naiste kuse- ja suguteedes.

Geograafiline levik. Kosmopoliitne.

Morfo-füsioloogiline iseloomustus. Ovaalse ühetuumalise trofozoidi (joonised 10, 11, 12) suurus on kuni 30 µm. Mastigondi eesotsast lähtub 5 viburit, neist 4 eesmist on vabad, viies aga moodustab unduleeriva membraani välisäärise (joonis 11). Viburite alustel paiknevad kinetosoomid ehk basaalkedad.

Kinetosoomide ala ainurakse eesotsas moodustab valgusmikroskoobis nähtava nn. blefaroplasti. Unduleerival membraanil on hästi värvuv telg — *costa*. *Costa* on tihedas kontaktis seotud viburi kinetosoomiga. Organismi keskel asetseb torujas aksostüül, mis raku tagumises otsas moodustab väljaulatuva kida. Viimase ülesandeks arvatakse olevat parasiidi kinnitamine inimese epiteelirakkudele. Trihhomoonastel on olemas Golgi aparaat, mida nimetatakse parabasaalkehaks, hüdrogenosoomid (mitokondritele sarnased organoidid) ja mitmesugused sisaldised ehk inklusioidid.



Joonis 10. Trihhomonaadi üldehitus.

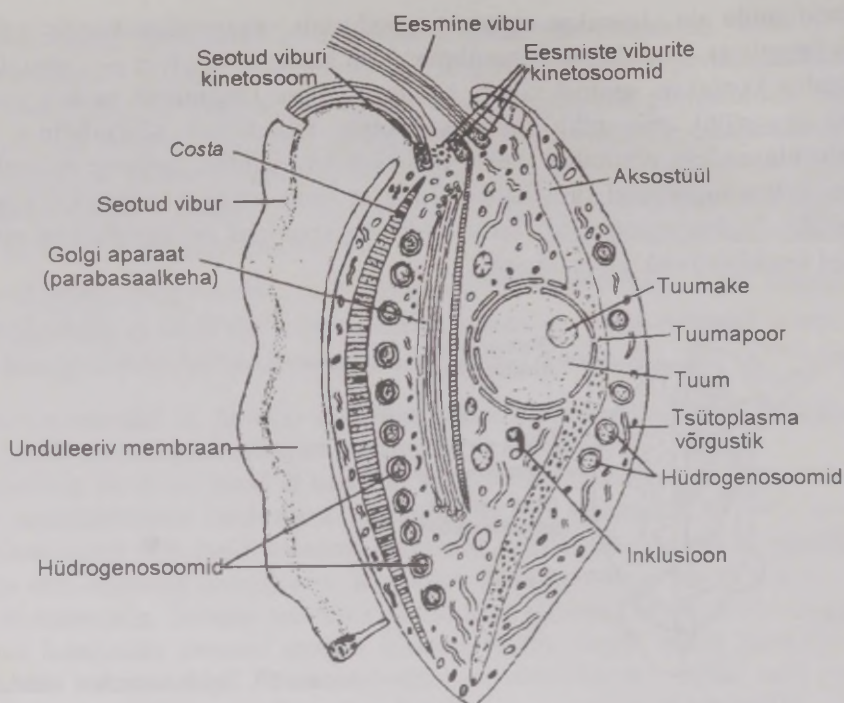
T. vaginalis'el puudub raku suu ja tahkeid osiseid haaratakse lihtsalt keha eesmise alaga. Osa liike toitub pinotsütoosi teel.

Parasiidile on iseloomulikud järsud, katkendlikud, erisuunalised liigutused. Ainurakne võib niisketil pindadel (näiteks käterättil) elus püsida 1–2 tundi. Uriinis, spermas ja vees on parasiidid eluvõimelised kuni 24 tundi, kuumutamine ja kuivatamine aga hävitab parasiidi kiiresti.

Elutsükl. Elutseb peremeesorganismis trofozoidina. Paljuneb sugutult. Tsüste pole leitud.

Patogeenne toime. Trihhomonoos levib eeskätt kui suguhaigus. Tema patogeensuse aste meeste ja naiste kuse- ja suguteedes sõltub ka teiste mikroorganismide (bakterite ja mikrosete) kohalolekust. Ainurakne kahjustab urogenitaaltrakti lameepiteeli, võib põhjustada leukotsüütide infiltratsiooni ja verejookse. Naistel võib kujuneda äge tupepõletik, meestel esinevad uretriit või prostatiit. Sageli kulgeb haigus algul ilma nähtudeta, sel perioodil trihhomonoosi kandjad levitavad parasiite. Haigus võib muutuda poole aasta jooksul krooniliseks.

Arvatakse, et tänapäeval põeb kuni 70% nakatunust trihhomonoosi sümptomideta. Eestis alustati trihhomonoosi diagnoosimisega 1971. aastal ja juba samal aastal avastati 4534 nakatunut. Haigusjuhtude sagedus on püsunud suhteliselt kõrge käesoleva ajani. Nii näiteks avastati ainuüksi 1994. aastal trihhomonoosi (esmakordsed nakatumised) 1138 mehel ja 4485 naisel.



Joonis 11. *Trichomonas* sp. ultrastruktuur.

Laboratoorne diagnostika. Laboratoorne diagnostika põhineb ureetri- või vaginaalsekreetidest valmistatud preparaatide mikroskopeerimisel. Kultiveerimine spetsiaalsöötmes tõstab uuringute tundlikkust 93%-ni, immunoloogiline analüüs parasiidi vastu väljatöötatud monokloonsete antikehade kasutamisel 86%-ni.

□ **Praktiline töö nr. 3.** *Trichomonas vaginalis* — urogenitaalse trihhomonoosi tekitaja. Püsipreparaat.

• *Trichomonas hominis* — soole trihhomonoosi tekitaja.

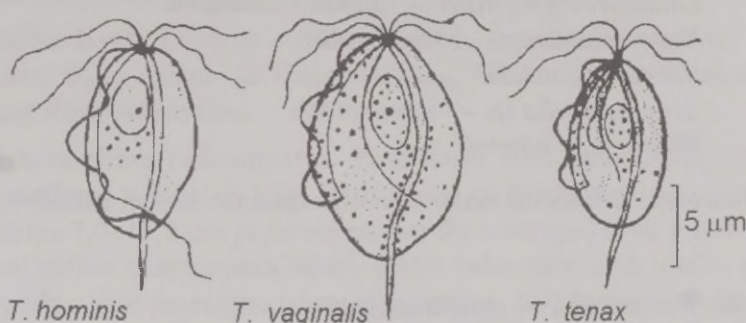
Lokalisatsioon. Parasiit paikneb jämesooles.

Geograafiline levik. Kosmopoliitne.

Morfo-füsioloogiline iseloomustus. Ovaalse trofozoiidi mõõtmed on 5–15 µm. Ehituselt on ta väga sarnane *T. vaginalis* 'ega, iseloomulik on mõnevõrra lühem kida aksostüüli tipus. Erinevalt *T. vaginalis* 'est on unduleeriva membraaniga liitunud viies vibur osaliselt vaba ning valgusmikroskoobis nähtav sabana (joonis 12). Ainurakse liikumisvõime kaob pH 4,5 juures. Parasiidi sedevakuoolidest on leitud baktereid ja tahkeid toiduosi.

Elutsükkel. Elutseb peremeesorganismis trofozoidina. Paljuneb sugutult. Tsüste pole leitud.

Patogeenne toime. Inimene nakatub pesemata puu- ja juurviljade, ka keetmata vee kaudu. Arvatakse, et *T. hominis* pole otseselt patogeenne, vaid esineb massiliselt teiste mikroorganismide poolt nõrgestatud organismis.



Joonis 12. Inimesel parasiteerivad trihhomoonased.

● *Trichomonas tenax* — inimese suuõõnes elutsev trihhomoonas (joonis 12). Esineb 11–25% inimestest. Arvatakse olevat seotud kaariese, igeme mäda-põletike ja teiste igemehaigustega. Patogeensus pole tõestatud. Ehituselt sarnane *T. vaginalis*'ega, kuid väiksem.

2. Subphylum: *Sarcodina (Amoebae)* — juurjalgsed

Juurjalgsede alamhõimkonna iseloomustus.

Juurjalgsed ehk sarkodiinid (kr. k. *sarkodes* — lihatoiduline) on küllaltki suur algloomade alamhõimkond, kuhu kuuluvad väga erineva kujuga organismid. Erinevalt viburloomadest, kes on üldiselt vees (vedelikus) aktiivselt ujuvad ainuraksed, on juurjalgsed roomava liikumisviisiga (veekogude põhjas, parasiitised vormid organite sise- või välispinnal) või hõljuvad (plankton). Keha välispinnal neil pelliikulit pole, tsütoplasma jaotub läbipaistvaks ektoplasmaks ja sõmraliseks endoplasmaks (joonis 13). Liikumisorganoidideks on pseudopoodid ehk kulendid, mida kasutatakse ka toidu haaramiseks. Kõik juurjalgsed on heterotroofsed organismid. Enamik neist elab vees, eeskätt merevees, kuid suur rühm amööbe on parasiidid. Ebasoodsates oludes moodustavad nad tsüste. Paljunemine on peamiselt sugutu (mitootiline), sugulist paljunemist (kopulatsioon) on täheldatud harva.

Alamhõimkonna **süstemaatiline jaotus** (kursuses käsitlemist leidvatel liikidel) on järgmine:

Subphylum: Sarcodina — juurjalgsed

Classis: Rhizopoda — juurjalgsed

Ordo: Amoebina — amööbilised

Amoeba proteus — harilik amööb (mageveeamööb)

Entamoeba histolytica — düsenteeria siseamööb

Entamoeba coli — soole-siseamööb

Entamoeba gingivalis — suuõõne-siseamööb

Endolimax nana — kääbusamööb

Naegleria fowleri

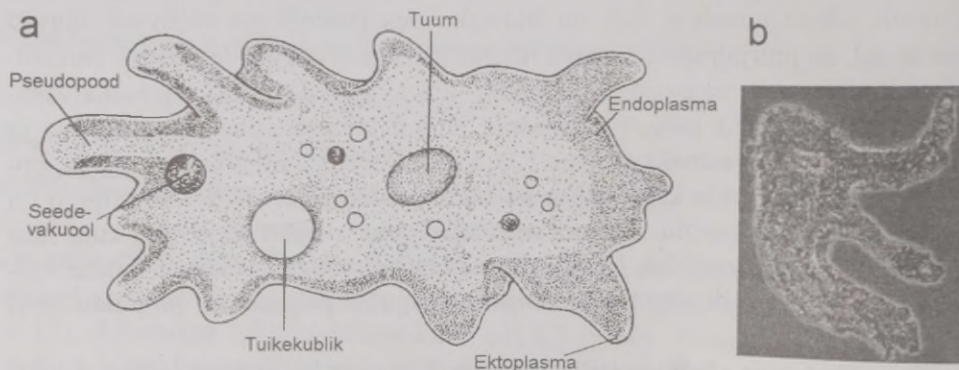
Acanthamoeba sp. — akantamööb

Blastocystis hominis

Liigi *Blastocystis hominis* taksonoomiline asukoht on seni vaieldav.

Ordo: Amoebina — amööbilised

• *Amoeba proteus* — harilik amööb (joonis 13) on üks suuremaid looduses vabalt elavaid amööbe, diameetriga umbes 0,25 mm. Ta elutseb lompide ja tiikide põhjas mudakihil, kus liigub pseudopoodide abil. Amööbi kuju muutub pidevalt — kulendid võivad tekkida igas amööbi pealispinna punktis ja üheaegselt mitu. Liikumise kiirus oleneb keskkonna temperatuurist. Keskkonna soojenedes amööbide aktiivsus suureneb, kuid temperatuuril üle 33°C eluprotsessid pidurduvad. Amööb toitub peamiselt bakteritest ja detriidist, kuid ka ainuraksetest ja vetikatest (näiteks perekonna *Paramecium* ja *Tetrahymena* esindajad). Fagotsütoosi teel haaratud tahked toiduosi (suurusega 2–5 µm) satuvad seedevakuooli. Seedeprotsess vältab minuti või rohkem, sõltudes toidu iseloomust ja välistemperatuurist. Seedunud materjal difundeerub tsütoplasmasse. Jääke võib väljutada eksotsütoosi teel igas ainurakse keha piirkonnas. Pulseeriv vakuool reguleerib rakusisest osmootset rõhku. Endoplasmas asub kettakujuline tuum, milles heterokromatiin asetseb perifeerselt.



Joonis 13. Harilik amööb: a — ehituse skeem, b — mikrofoto.

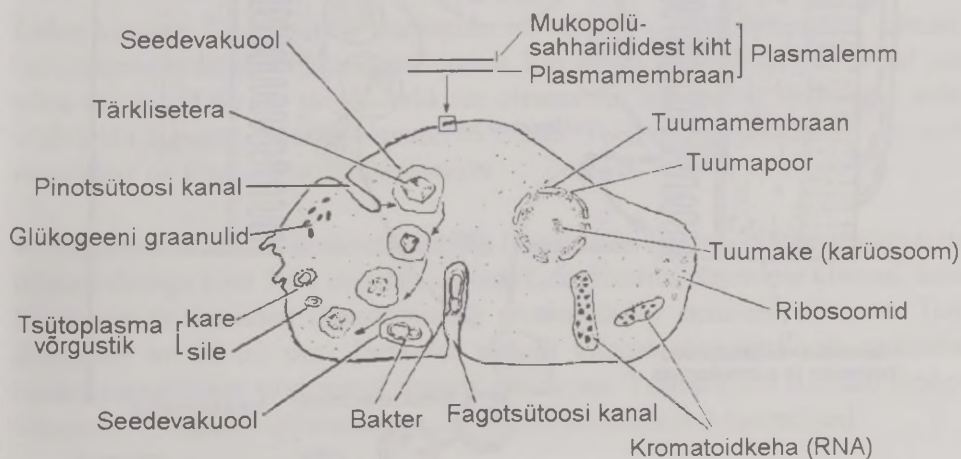
□ **Praktiline töö nr. 4.** Harilik amööb (*Amoeba proteus*). Püsipreparaat.

● ***Entamoeba histolytica* — düsenteeria siseamööb ehk histolüütiline amööb.**

Lokalisatsioon. Peamiselt pimesoole ja käärsoole valendikus (*forma minuta*) ning limaskestas (*forma magna*), vahel ka maksarakkudes.

Geograafiline levik. Levinud on üle maailma, sagedamini soojema kliimaga piirkondades. Sage Lääne- ja Kagu-Aafrikas, Hiinas, Indias, Kesk-Aasias ja Lõuna- ning Kesk-Ameerikas.

Morfo-füsioloogiline iseloomustus. Peamisteks vormideks on trofozoiit (aktiivne vegetatiivne amööb) ja tsüst. Trofozoiite on kahes suuruses: *forma minuta* diameetriga 7,0–15,9 µm ja *forma magna* diameetriga 20–40 µm. *Forma minuta* on võimeline moodustama tsüste, toitub bakteritest ja detriidist ning elab soolevalendikus. *Forma magna* tsüste ei moodusta, toitub vererakkudest (hematofaagia) ning elab soole limaskestas. Trofozoiiti katab pealt mukopolüsahhariidne kiht, mille all on tüüpiline plasmamembraan (joonis 14). Erinevalt teistest soolestikus elutsevatest amööbidest on düsenteeria siseamööbil selgelt eristunud läbipaistev ektoplasma (diagnostiline tunnus). *Forma magna* rakkudele on iseloomulikuks tunnuseks ka rakutuuma eriline ehitus: tuuma keskel asetseb suur tuumake (nn. kariüsoom), millest radiaalselt lähtuvad heterokromatiinsed niidid (diagnostiline tunnus). Vakuole on kahte tüüpi — pinotsütoosi teel tekkinud ja lüsosomaalseid ensüüme sisaldavad. Golgi aparaat ja mitokondrid puuduvad seoses anaeroobse ainevahetusega. Tsütoplasma sisaldab veel ribosoomi, glükogeenigraanuleid ja RNA-st koosnevaid nn. kromatoidkehi. Kõige paremini arenevad siseamööbid anaeroobses keskkonnas, pH 6,5 ja 37,5°C juures.

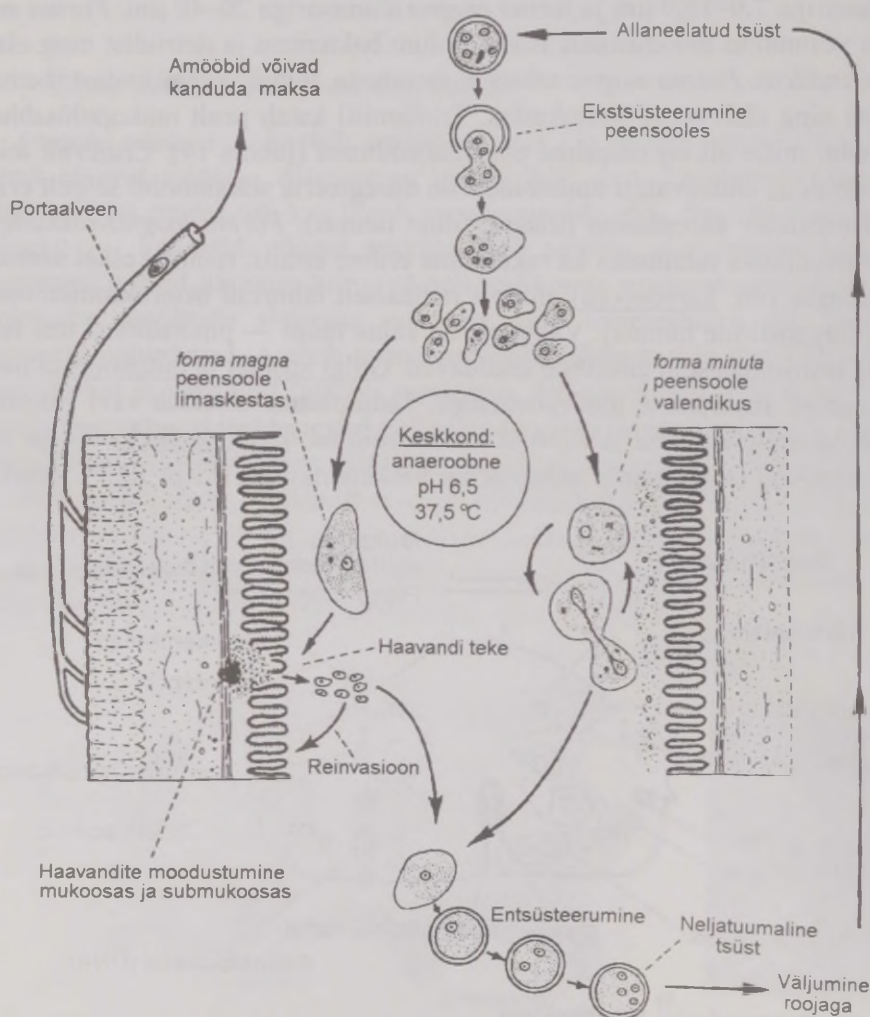


Joonis 14. *Entamoeba* sp. ultrastruktuur.

Tsüsti suurus on 10–15 μm ja sisaldab 4 rakutuuma (diagnostiline tunnus!). Düsenteeriaamööbi tsüstid on toatemperatuuril nakatamisvõimelised 2–5 nädalat, mullas kuni 2 kuud ja joogivees kuni 6 kuud. Tsüstid taluvad ka 5-minutilist kuumutamist temperatuuril 68°C.

Arvatakse, et peale inimese on *E. histolytica* reservuaariks närilised.

Elutsükel. *Entamoeba histolytica* elutsükel on kujutatud joonisel 15. Inimest nakatavaks vormiks on 4-tuumaline tsüst. Seedetraktis (maos ja duodeenumis) tsüsti kestad lahustuvad, raku jagunemine lõpeb ja tekib 4 väikest amööbi — trofozoiti. Noored trofozoidid kasvavad 7,0–15,9 μm suuruseks (moodustub nn. väike vegetatiivne vorm ehk *forma minuta*), toituvad jämesoole valendikus bakteritest ja detriidist ning olulist kahju inimesele ei tekita.



Joonis 15. *Entamoeba histolytica* elutsükel inimesel.

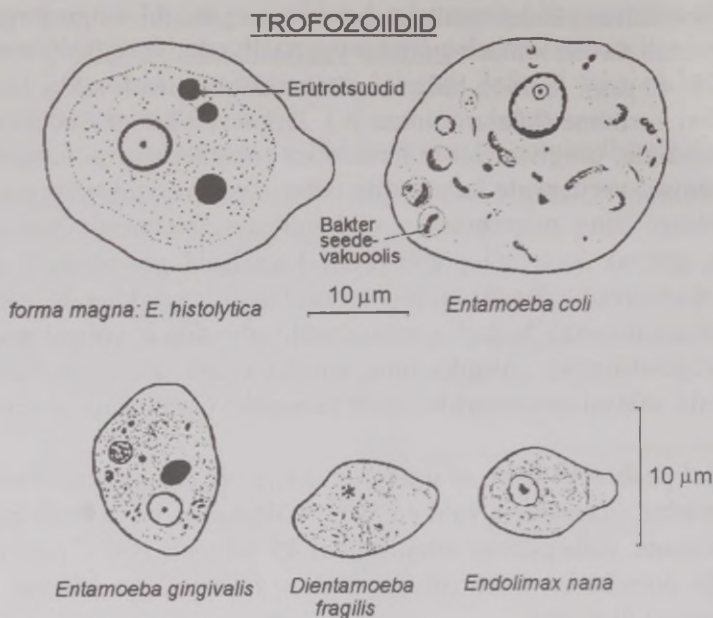
Parasiidile soodsates oludes (näiteks peremeesorganismi haigusjärgsel nõrgenemisel) muutub *forma minuta* suureks vegetatiivseks vormiks (*forma magna*, diameeter 20–40 µm). Amöb hakkab eritama sooleepiteeli rakke kahjustavaid proteolüütilisi ensüüme (hüaluronidaas jt.). Järgnevalt kinnituvad *forma magna* rakud sooleseinale, tungivad soole limaskestast (mukoosasse ja submukoosasse) ning põhjustavad veritsevate haavandite teket. Trofozoidid võivad sattuda verekapillaaridesse ning migreeruda siseelunditesse (peamiselt maksa, harvem kopsu, ajju, põrna), kus nad põhjustavad lokaalseid põletikukoldeid. *Forma magna* rakud toituvad erütrotsüütidest (erütrotsüütide sisaldumine tsütoplasmas on diagnostiline tunnus). Sattudes tagasi soolevalendikku, võivad nad muutuda väikeseks vegetatiivseks vormiks ning entsüsteeruda. Düsenteeriaamööbi aktiivsed vormid saavad eksisteerida ainult peremehe organismis ja värskes väljaheites.

Samal ajal peab rõhutama, et inimestel, kelle organismi tsüstid satuvad, kujuneb amöboidne düsenteeria vaid ca 10%-l, ülejäänud jäävad kandjateks. Haigestunud inimene võib päevas eritada kuni 45 miljonit tsüsti. Keskmiseks infektsioosseks doosiks on 1000 tsüsti, kuigi on tõestatud, et haiguse võib esile kutsuda ka ainult üks tsüst.

Patogeenne toime. Amöboidse düsenteeria inkubatsiooniaeg on mõnest nädalast mõne kuuni. Haiguse ägedat vormi iseloomustavad veritsevad jämesoolehaavandid ja raskekujulised seedehäired (algul defekatsioonid 4–6 korda päevas, väljaheide limane, hiljem 10–20 korda ööpäevas, väljaheide limane ja verine). Ilma ravita võib haigus kesta 4–6 nädalat ning suremus võib olla kuni 40%. Koliidile võib lisanduda soolteväline amöbioos (amöboidne hepatiit) ja naha amöbioos. Inimese muudavad infektsiooni suhtes vastuvõtlikumaks valguvaene, kuid süsivesikuterikas toit, rasedus ja kortikosteroidide manustamine.

Laboratoorne diagnostika. Uuringuks on vaja fekaalsest materjalist valmistatud äigepreparaatide mikroskopeerimine, kus ägeda vormi kahtluse korral püütakse tuvastada *forma magna* rakkude olemasolu. Kroonilise amöbioosi puhul võib leida äigepreparaadis 4-tuumalisi tsüste. Teiseks diagnostikas levinumaks meetodiks on immunoloogiline analüüs.

- ***Entamoeba coli* — soole-siseamöb** (joonis 16). Kosmopoliitne amöb esineb missagedusega kuni 30% populatsioonist. Lokaliseerub jämesoole ülasosas, toitub bakteritest ja detriidist (kommensaal), proteolüütilisi ensüüme ei tooda. Tema diameeter on 20–30 µm. Tuumake asetseb tuumas ekstsentriliselt, radiaalsed heterokromatiinsed struktuurid tuumas puuduvad. Tsütoplasma sisaldab rohkesti vakuole. Tsüstid on läbimõelduga 10–30 µm ja tavaliselt 8-tuumalised.



Joonis 16. Inimesel parasiteerivaid siseamööbe.

- ***Entamoeba gingivalis*** — **suuõõne-siseamööb** (joonis 16). Tavaline inimese suuõõne parasiit. Lokaliseerub hammaste kariossoosetes kahjustustes, igemetel, hambakatus. Vegetatiivse vormi suurus on 10–20 µm. Ektoplasma on nagu *E. histolytica*’l läbipaistev. Seedevakuole on palju ning need sisaldavad baktereid, leukotsüüte ja erütrotsüüte. Patogeenne toime on selgusetu. Arvatakse, et on seotud igemehaiguste tekkega. Tsüste pole leitud.

- ***Endolimax nana*** — **kääbusamööb** (joonis 16). Inimese soolestikus parasiteeriv 6–15 µm suurune juurjalgne. Kosmopoliitne, vähese patogeenisusega parasiit. Esineb 15–30%-l elanikkonnast. Eripäraks on kromatiingraanulite puudumine tuumas ja suure korrapärase kujuga tuumakese (kariüsoomi) olemasolu.

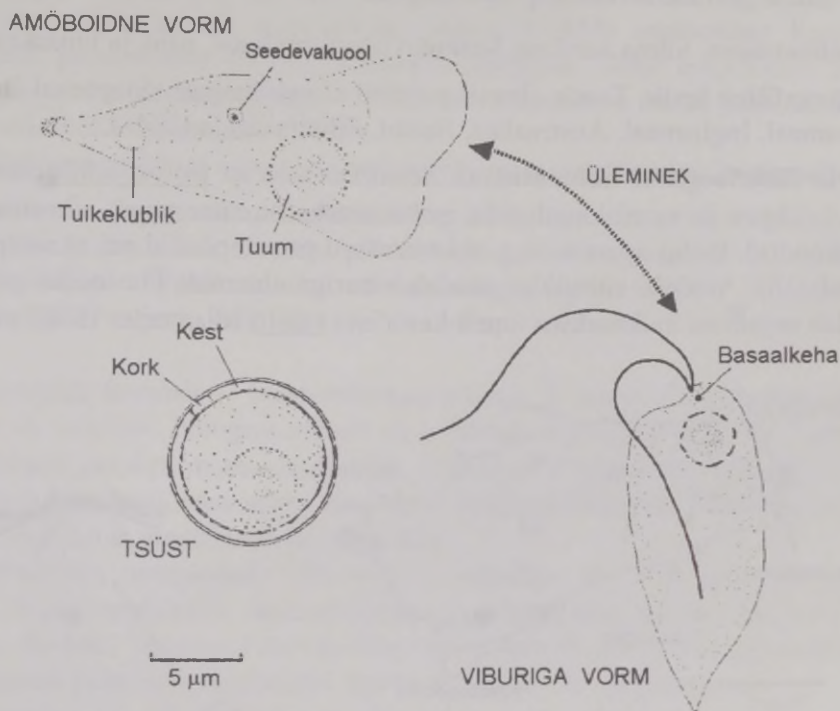
- ***Naegleria fowleri*** — ainurakne, kes elutseb tavapäraselt vabalt niiskes pinnases, veekogudes (ka basseinides) ja õhus. Inimorganismi sattudes on ta väga patogeenne ja põhjustab rasket haigust — primaarset **amöboidset meningoentsefaliiti**, eeskätt lastel ja noorukitel.

Lokalisatsioon. Neuroepiteel ja kesknärvisüsteemi koed.

Geograafiline levik. Levikupiirkond on Euroopas (paremini uuritud riikideks on Inglismaa, Tšehhi, Slovakkia, Ungari), Austraalias ja USA-s.

Morfo-füsioloogiline iseloomustus. *Naegleria fowleri* sarnaneb ehituselt pinnases vabalt elutsevate, inimesele kahjutute *Naegleria* liikidega. Trofozoidil on

kaks vormi: amöboidne vorm pinnases ja viburiga vorm vees (joonis 17), mõlema pikkus on 15–30 μm ja laius 6–9 μm . Amöboidisel trofozoidil on üks tuum, 1–6 kontraktiilset vakuooli, mitokondrid ja eesotsas tavaliselt üks pseudopood. Trofozoidile ebasoodsates tingimustes moodustuvad ovaalsed tsüstid (läbimõõt 15–18 μm), mis tihti liituvad kogumikeks.



Joonis 17. *Naegleria* sp. eluvormid ja ehitus.

Patogeenne toime. Inimesed nakatuvad suvel looduslikes veekogudes või basseinides supeldes. Haigestumine toimub juhul, kui trofozoidid satuvad ninaõõnde; sealt liiguvad edasi piki haistmisnärve ning jõuavad ajju, kus paljunedes põhjustavad raske hemorraagilise põletiku. Trofozoiite saab seljaaju vedelikust ehk liikvorist tuvastada biopsia meetodil. Peamisteks sümptomideks amöboidse meningoentsefaliidi puhul on peavalu, lõhnataju muutus, palavik, kurguvalu, neuroloogilised meningiidiinähud. Haiguse peiteaeg on 1–2 päeva (erandina kuni 2 nädalat). Iseloomulik on äge algus ja kiire kulg letaalse lõpuga (surm võib saabuda 5.–6. päeval).

Riskirühmadeks on immuundefitsiidiga inimesed, eelkõige AIDS-i haiged.

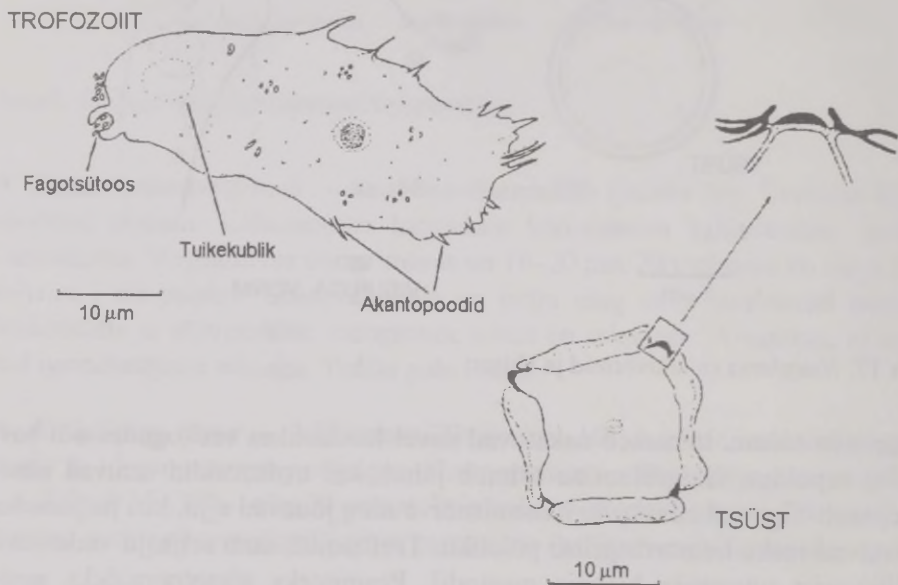
Laboratoorne diagnostika. Mikroskoopiliselt uuritakse ninalima ja tserebrospinaalvedelikku ehk liikvorit.

• *Genus Acanthamoeba* — **akantamööbide** perekond. Inimesele on patogeensed 5 liiki: *Acanthamoeba castellani*, *A. culbertsoni*, *A. polyphaga*, *A. rhysodes*, *A. hatchetti*. Kõik nad on vabalt magevees, roiskvees, pinnases ja tolmus elutsevad liigid. Samuti on nad tavalised terve inimese mikroflooras (näiteks nina-neelus). Inimese organismis võivad nad põhjustada kroonilist entsefaliiti, naha-haavandeid ja silma sarvkesta põletikku (keratiiti).

Lokalisatsioon. Silma sarvkest, kesknärvisüsteemi koed, nahk ja limaskestad.

Geograafiline levik. Teada olevail andmeil esineb haigust tänapäeval Belgias, Saksamaal, Inglismaal, Austraalias, Haiitil, Filipiinidel ja USA-s.

Morfo-füsioloogiline iseloomustus. *Acanthamoeba sp.* trofozoidide diameeter on 15–45 μm ja morfoloogilisteks iseärasusteks on suur tuum, silmatorkavad mitokondrid, Golgi aparaat ning okkasarnased pseudopoodid nn. akantopoodid (joonis 18). Amööbi elutsüklis puudub viburiga eluvorm. Ebasoodsa perioodi veedab organism hulknurkses topelt-kestalises tsüstis (diameeter 15–28 μm).



Joonis 18. *Acanthamoeba castellani* eluvormid ja struktuur.

Patogeenne toime. Otsene seos haigestumise ja veekogudes ujumise vahel puudub. Oletatakse, et amööb tungib organismi läbi naha mikrovigastuste või tsüste sisaldavate tolmuosakeste sissehingamisel.

Kesknärvisüsteemi kahjustused tekivad, kui trofozoidid tungivad läbi nina-epiteeli ja liiguvad veresoonte kaudu ajju. Ajus amööbid paljunevad ja põhjustavad **granulomatoosset amöboidset entsefaliiti**; kahjustuskoldes esinevad nii

tsüstid kui trofozoiidid. Haigus kulgeb kergemalt kui *Naegleria fowleri* poolt põhjustatud entsefaliit, kuid kaldub olema kroonilise kuluga. Inkubatsiooni-periood on 10 päeva või isegi rohkem.

Amööbide teisteks sissepääsuteedeks võivad olla naha ja limaskestade ning silma sarvkesta haavandid. 1974. aastal kirjeldati esmakordselt akantamöboidse **keratiidi** juhtumit. Silma sarvkesta amöboidsete infektsioonide sagenemist on seostatud kontaktläätsete populaarsuse kasvuga (85% amöboidset keratiiti põdevatest patsientidest on kontaktläätsete kandjad). Teine infektsiooni soodustav faktor on sarvkesta trauma. Uurimuste kohaselt on teatud juhtumitel ka kraanivesi olnud infektsiooni allikaks.

Riskirühma kuuluvad vanemaealised ja eriti immuundefitsiidiga inimesed.

Laboratoorne diagnostika. Amöboidse keratiidi puhul elutsevad sarvkestas nii tsüstid kui trofozoiidid, seetõttu põhineb diagnoos trofozoiitide ja tsüstide mikroskoopilisel identifikatsioonil sarvkesta biopsiast või kaapest. Entsefaliidi puhul uuritakse seljaaju vedelikku.

• *Blastocystis hominis* — blastotsüstoosi tekitaja. *B. hominis*'e taksonoomiline asukoht on vaieldav. Fülogeneetiliselt on ta lähedane juurjalgsetele, kuid samas omab ühiseid jooni pärmseenelaadsetega. *B. hominis*'e suurus on 5–30 µm, ta on rakukestata ja rangelt anaeroobne ainurakne. Trofozoiidil esineb 3 morfoloogilist vormi: amöboidne, granulaarne ja vakuoolne.

B. hominis'e patogeensus inimesele on vaieldav. Ta võib muutuda patogeeniks teiste seedetrakti düsfunktsioone esilekutsuvate parasiitide (näiteks *Giardia lamblia*, *Ascaris lumbricoides*, *Hymenolepis nana* jt.) kohalolekul. Lokaliseerub peamiselt jämesooles, täpsemalt umbsooles ja käärsooles.

Blastotsüstoosi põevad igas eas inimesed, kuid haigestumise sagedus on suurem keskealistel (vanusega üle 40 eluaasta). Sümptomitest esinevad kõhu-lahtisus, kõhuvalu, oksendamine, kehakaalu langus ja mõnel juhul eosinofiilia. Need nähud kestavad tavaliselt 3–10 päeva, mõnikord nädalaid ja kuid. Kahjustamata immuunsüsteemi korral võivad kliinilised nähud taanduda spontaanselt.

USA-s oli blastotsüstoos 1987. aasta andmetel patogeensete ainuraksete poolt põhjustatud haiguste hulgas esinemissageduselt neljandal kohal.

Blastotsüstoosi diagnoosimiseks püütakse leida fekaalsest materjalist äge-preparaatides parasiidi vakuoolseid vorme.

Blastotsüstoosi haigestuvad ka kodulinnud, -sead ja ahvid, kuid pole teada, kas haigusetekitajaks on *B. hominis* või mõni teine liik. Seetõttu oletatakse, et haigus on zoonoosse päritoluga ning levib saastunud toidu, keetmata vee ning pesemata käte kaudu.

II. PHYLUM: *Apicomplexa*

Classis: Sporozoea — eosloomad

Hõimkonna *Apicomplexa* lühiiseloostus.

Hõimkonda kuuluvate ainuraksete ühiseks morfoloogiliseks iseärasuseks on vegetatiivses organismis apikaalse kompleksi olemasolu. Apikaalne kompleks koosneb polaarsetest rõngastest (eesmine ja tagumine), roptriumidest ja mikro-neemidest (joonis 19). Mõnedel vormidel kaasneb konoid (raku eesosas paiknev fibrillaarse struktuuriga koonus) ja pelliikuliaalsed mikrotorukesed.

Eosloomade klassi lühiiseloostus.

Eosloomade klassis on kolm alamklassi paljude seltsidega. Eosloomadele (kr. k. *sporos* — seeme, idu) on iseloomulik lihtsustunud ehitusplaan ja erakordselt keeruline arengutsükel (arengustaadiumide vahetumine). Konoid, kui ta on olemas, moodustab tervikliku koonuse. Liikumiselundid eosloomadel puuduvad, erandiks on mõnedes rühmades mikrogameetide viburid. Suguline areng toimub süngaamia (emas- ja isassuguraku ühinemise sügoodiks) teel. Moodustunud sügooti, mis katub kestaga, nimetatakse väikeste mõõtmete tõttu ootsüstiks (vanemas kirjanduses ka spooriks ehk eoseks). Kõik eosloomad on parasiidid.

Eosloomade klassi **süstemaatiline jaotus** (kursuses käsitlust leidvate seltsidega) on järgmine:

Classis: Sporozoea — eosloomad

1. *Subclassis: Coccidia* — koktsiidid

Ordo: Eucoccidiida — päriskoktsiidilised

1. *Subordo: Eimeriina* — eimeerialised

Eimeria sp.

Toxoplasma gondii

Sarcocystis sp.

Isospora sp.

Cryptosporidium parvum

Cyclospora cayetanensis

2. *Subordo: Haemosporina* — vere-eosloomalised

Plasmodium vivax

Plasmodium ovale

Plasmodium malariae

Plasmodium falciparum

2. *Subclassis: Piroplasmia* — piroplasmad

Babesia microti

Babesia divergens

3. *Subclassis: Gregarinia* — gregariinid

Monocystis sp.

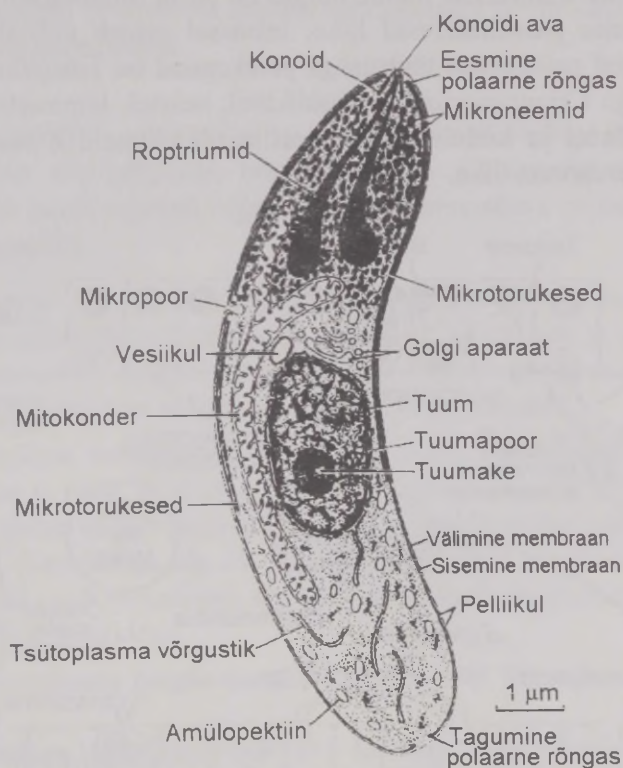
1. Subclassis: *Coccidia* — koktsiidid

Koktsiidiliste alamklassi üldiseloomustus.

Koktsiidiliste täiskasvanud vormid (trofozoidid) on väga väikesed, tavaliselt rakusisesed parasiidid nii selgrootutel kui selgroogsetel organismidel. Sugutu paljunemine toimub hulgijagunemise ehk skisogoonia teel. Sugulise paljunemise tulemusena moodustuvad väga vastupidavad spoorid. Tavaliselt parasiteerivad seedesüsteemis.

Koktsiidiliste tavaline elutsükel koosneb mitmekordsest sugutu sigimise tsüklist (skisogoonia), millele järgneb suguliste vormide moodustumine (gametogoonia), isas- ja emasgameedi ühinemine sügootiks (süngaamia) ja kestva ootsüsti ehk spoori teke (joonis 20). Viimased väljutatakse peremeesorganismist roojaga. Väliskeskkonnas arenevad spooride sees nakatamisvõimelised sporozoidid (sporogoonia).

Vegetatiivsed vormid (sporozoidid, merozoidid) on poolkuukujulised (pikkus kuni 7 μm , laius kuni 4 μm) ainuraksed (joonis 19). Eesmisest peenemas



Joonis 19. Koktsiidilise ultrastruktuur. Merozoidi pikilõige.

otsas asub koonusekujuline moodustis — konoid, mille seinas on spiraalselt keerdunud fibrillid. Konoidi abil tungib parasiit peremeesorganismi rakku.

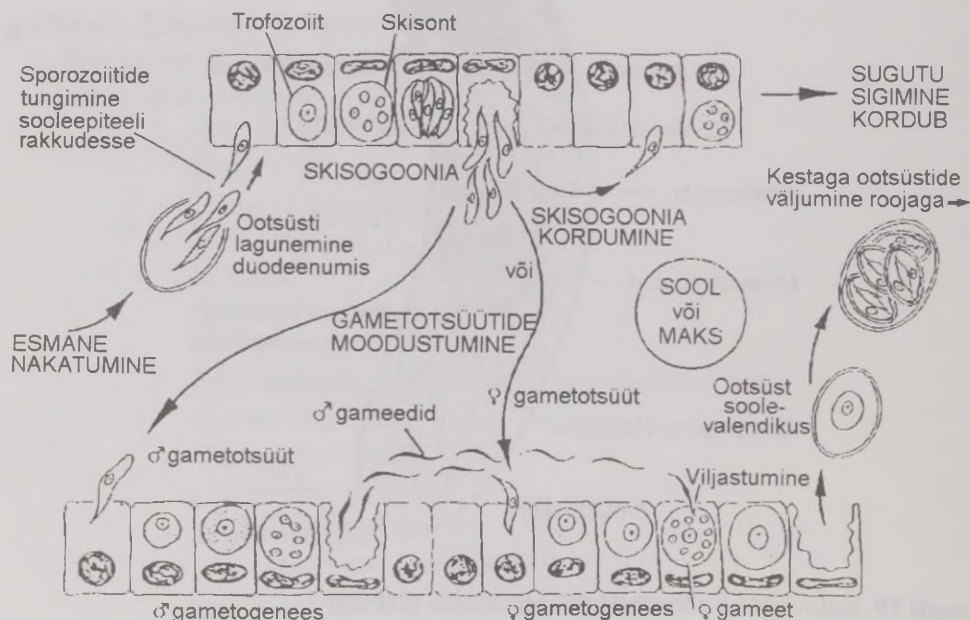
Konoidist lähtuvad pikad kotitaolised organoidid — roptriumid (arv 2–20 tk., sün. taksoniidid), mis arvatakse sisaldavat proteolüütilisi ensüüme kergendamaks parasiidi tungimist raku. Roptriimide ümber asetsevad tugevasti käändunud väädid (mikroneemid), mis arvatakse olevat roptriumidega funktsionaalselt seotud. Väljast on rakk kaetud pelliikuliga, mis koosneb kolmest elementaarmembraanist. Pelliikuli all on välisskeleti fibrillid (pelliikuli karkass). Toitumiseks on pelliikulis peened avad — mikropoorid (sün. mikropiil), mis täidavad tsütostoomi (rakusuu) ülesannet. Raku tsütoplasmas on suur tuum ja raku universaalsed organoidid.

Ordo: **Eucoccidiida** — päriskoktsiidilised

1. Subordo: **Eimeriina** — eimeerialised

Päriskoktsiidiliste seltsi esindajatele on iseloomulik sugutu paljunemine skisogoonia teel ja ka sugulise arengutsükli olemasolu.

Eimeerialiste alamseltsi liikide hulgas on palju selgroogsete ja selgrootute epiteeli rakkudes parasiteerivaid liike. Inimesel esineb üldiselt koktsidioose harva. Peamised patogeensed tähtsusega perekonnad on *Toxoplasma*, *Sarcocystis*, *Isospora* ja *Cryptosporidium*. Kүүлikutel, veistel, lammastel, kitsedel, sigadel, karpkaladel ja kodulindudel parasiteerib mitmeid *Eimeria* ja *Cryptosporidium*'i perekonna liike.



Joonis 20. Koktsiidilise elutsükkel *Eimeria* sp. näitel.

● *Genus Eimeria* — koduloomade ja -lindude sagedaseim parasiitsete koktsiidiliste perekond. *Eimeria* liigid on kõik kõrgelt spetsialiseerunud eri peremeestele. Küülikud haigestuvad **koktsidioosi**, süües *Eimeria stiedae* ootsüstidega saastunud toitu. Ootsüst sisaldab 4 sporotsüsti ja kummastki omakorda 2 sporozoiiti (kokku 8 sporozoiiti). Soolestikus ootsüsti kestad lagunevad ja vabanenud sporozoiidid tungivad sooleepiteeli rakkudesse (joonis 20). Siin ainurakne suureneb ja muutub eristatava tuumaga vegetatiivseks vormiks — trofozoidiks. Trofozoiit paljuneb sugutult hulgijagunemise (skisogoonia) teel. Tekkinud skisontidest vabaneb hulk merozoiite. Merozoiidid nakatavad uusi rakke ja tsükkel kordub. Merozoiidid võivad rakus muutuda ka sugulisteks rakuvormideks (makrogametotsüüdid ja mikrogametotsüüdid). Igast makrogametotsüüdist tekib üks makrogameet, igast mikrogametotsüüdist aga tekib hulk mikrogameete, mis viljastavad makrogameete. Tekkinud sügoot kattub kestaga ja muutub ootsüstiks. Ootsüsti sees arenevad sporotsüstid. Viimane protsess toimub väliskeskkonnas. Koktsiidiliste areng toimub ilma peremehe vahetuseta. Ka invasioon toimub ilma siirdajata.

□ **Praktiline töö nr. 5.** *Eimeria stiedae* morfoloogia ja elutsükkel. Püsiparaat küüliku peensoolest.

● *Toxoplasma gondii* — inimestel ja loomadel laialt levinud obligatoorselt rakusisene parasiit, mis põhjustab **toksoplasmooosi**. *Toxoplasma gondii* täielik elutsükkel toimub ainult kaslaste organismis (lõpp-peremees), inimene jt. imetajad on vaheperemeheks.

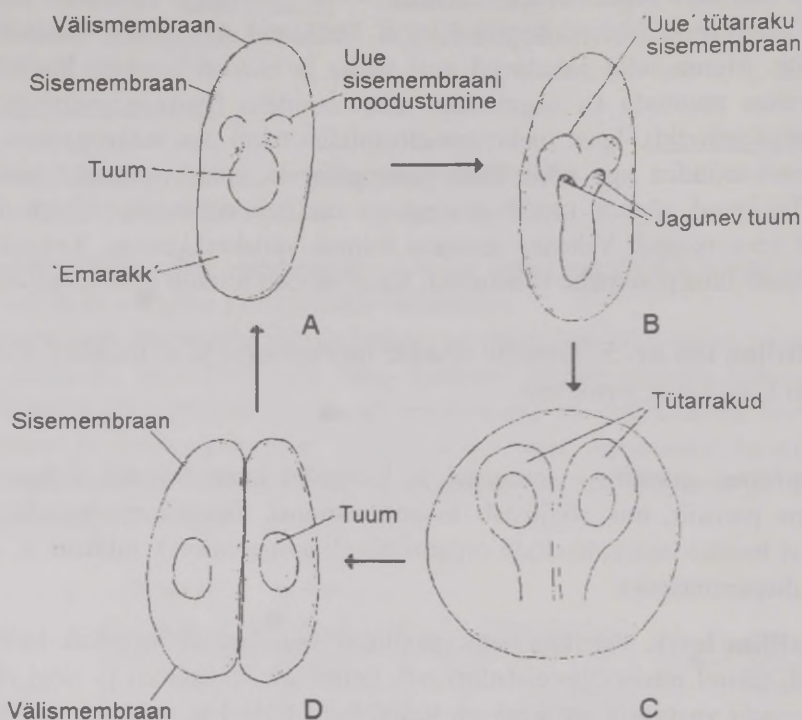
Geograafiline levik. Tavaline kogu maailmas, sagedaseim troopikas. Esineb nii inimestel, teistel püsisoojastel (närlised, küülikud, ka linnud) ja isegi reptiilidel. *T. gondii* vastaseid antikehi on leitud kuni 80%-l uuritud inimestest, mis näitab, et enamik inimesi on seda haigust kergel kujul põdenud.

Morfo-füsioloogiline iseloomustus. Kolm peamist morfoloogilist vormi on trofozoiit, ootsüst ja tsüst. Trofozoiidid ja ootsüstid sarnanevad teiste koktsiidilistega. Tsüst kujutab endast paljusid organisme sisaldavat kestadega ümbritsetud moodustist, diameetriga üle 50 µm. Üks tsüst võib sisaldada 1000–3000 ainurakset, kes on veidi väiksemad, aga morfoloogiliselt (kuigi mitte füsioloogiliselt) identsed trofozoiitidega.

Elutsükkel. *Toxoplasma gondii* elutsüklik on vajalik lõpp- ja vaheperemehe olemasolu.

Lõpp-peremehes, kelleks on enamasti kodukassid ja teised kaslased, toimub nii **suguline** arengutsükkel kui ka **sugutu** arengutsükkel (joonis 22). Kassid võivad nakatuda nii tsüstidega (harva pseudotsüstidega), mida leidub haigetes hiirtes ja rottides, kui ka ootsüstidega. Parasiidid tungivad peensoole distaalse osa limaskestast epiteelirakkudesse ja teevad läbi mitmekordse **suguta**

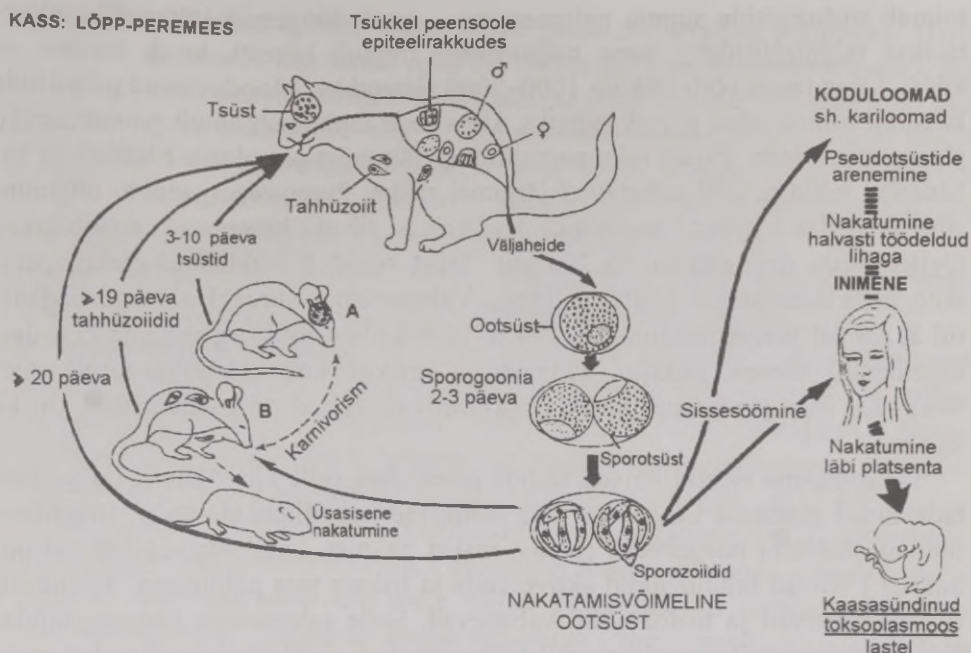
paljunemise tsükli. *Toxoplasma gondii*'l on see eriline ja kannab nimetust endodüoogeenia (joonis 21). See protsess sarnaneb pungumisega — kaks tütar-rakku moodustub “emaraku” sees. (Endodüoogeenia esmane kirjeldus pärineb Goldmannilt (1958); endodüoogeenia kujutab endast omapärast (sise)pungumist, kus raku sees tekib uus sisemembraan, mis jagab tuuma ja organellid kahe tütaraku vahel.)



Joonis 21. *Toxoplasma gondii* jagunemine endodüoogeenia teel.

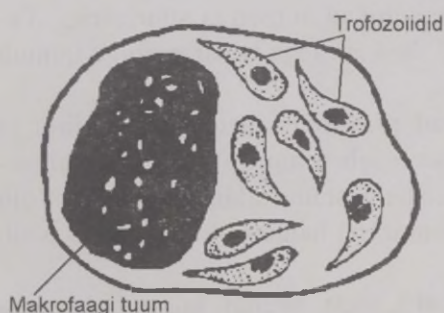
Järgneva **sugulise** arengu käigus tekivad osadest merozoiitidest sugulised raku-vormid — mikro- ja makrogametotsüüdid, nende ühinemisel sügoot ja ovaalne tihedakestaline ootsüst (läbimõõduga 10–12 μm). Kass hakkab ootsüste eritama 3.–24. päeval pärast nakatumist; eritamine vältab 7–20 päeva ja iga päev eritub umbes 10 miljonit ootsüsti. Ootsüstid väljuvad organismist fekaalide, uriini, sülje ja nina-neelu limaskestade eritistega. Ootsüstis toimub soodsatel tingimustel (niiskuses, temperatuur üle $+20^{\circ}\text{C}$) sporogoonia. Sporogoonia käigus tekib ootsüstis 2 sporotsüsti ja kummastki tekib omakorda 4 sporozoiiti (kokku 8 sporozoiiti). Nakatamisvõimelisteks muutuvad ootsüstid pärast sporogoonia toimumist. Toatemperatuuril kulub selleks 2–3 päeva. Küps kestaga ootsüst võib olla eluvõimeline ja infektsioosne kuni 1 aasta sõltuvalt väliskeskkonna tingimustest.

KASS: LÖPP-PEREMEES



Joonis 22. *Toxoplasma gondii* elutsükel.

Vaheperemehes, kelleks on inimene või teised imetajad (lambad, koerad, närlised ja linnud), leiab aset **sugutu** tsükel. Nakatutakse tsüstide (inimene nakatub süües halvasti töödeldud lihasaadusi) või ootsüstidega, mida leidub kassi karvadel ja saastunud liivakastides. Toksoplasmoosi inkubatsiooniperiood on 3–4 päevast 2 kuuni.



Joonis 23. *Toxoplasma gondii* trofozoidid makrofaagis.

Inimese seedetraktis tungivad parasiidid (ootsüstist vabanevad sporozoidid ja tsüstist trofozoidid) soole limaskestast epiteelirakkudesse või makrofaagidesse (joonis 23). Viimased kannavad trofozoiite lümfis ja verega siseorganitesse laiali, kus nad võivad nakatada kõiki tuumaga rakke. Makrofaagides ja teistes nakatunud rakkudes (lümfotsüütides, fibroblastides, kopsu pneumotsüütides jt.)

toimub trofozoiitide sugutu paljunemine — endodüoogeenia (tütarrakke nimetatakse tahhüzoitideks, kuna paljunemine toimub kiiresti, kr. k. *tachos* — kiire). Ühes rakus võib tekkida 1000–3000 tütarrakku. Moodustunud parasiitide kogumit nimetatakse pseudotsüstiks, kuna seda ümbritseb ainult peremeesraku plasmamembraan. Pärast raku parasiitidega täitumist pseudotsüst lõhkeb ja vabanenud tahhüzoiidid nakatavad järgmisi rakke. Peremeesorganismi immuunsuse arenedes kattuvad parasiitide kogumikud tiheda kestaga ja moodustavad tõelisi tsüste diameetriga 50–200 µm. Tsüst sisaldab inaktiivses olekus parasiite, keda nimetatakse bradüzoitideks. Vaheperemehe organismis tekivad tsüstid 8. päeval pärast nakatumist. Tsüste võib leida kõigis organites ja kudedes, sagedamini kopsus, peaaigus, südames ja emakas, kus nad põhjustavad põletikku. Ka lõpp-peremehe (kassi) organismis on leitud nii pseudotsüste kui ka tsüste.

Toksoplasma tsüstid võivad säilida peremehes selle elu lõpuni. Aja jooksul ladestuvad nendesse Ca-soolad, mis põhjustab kaltsifikaatide teket. Organismi immuunsüsteemi nõrgenedes (pärast rasket haigust, immuunpuudulikkuse puhul jne.) võivad bradüzoiidid aktiveeruda ja hakata taas paljunema. Järgnevalt tsüstid lõhkevad ja trofozoiidid vabanevad. Selle tulemusena latentne infektsioon aktiveerub. Toksoplasmoosil võib esineda 6–7 retsidiivi. Eeltoodud mehhanismid on ka kroonilise haiguskulu põhjuseks.

Toxoplasma gondii iseärasuseks on, et ühes ja samas peremeesorganismis võivad olla korraga nii vabanevad sporozoiidid, aktiivsed trofozoiidid, pseudotsüstid, inaktiivsed tsüstid ja ka moodustuvad ootsüstid.

Toksoplasmoosi vormid, kliinilised sümptomid ja patogenees

1. **Akuutne ehk äge toksoplasmoos** algab kehatemperatuuri tõusuga (37,2–37,8°C), esineb peavalu, lihasevalu, väsimus. See on kõige tavalisem toksoplasmoosi haigusvorm.
 - a) Lümfoadenopaatia — lümfisõlmed muutuvad hernetera suurusteks. Tugeval, tervel inimesel kestavad nähud lühikest aega ja paranemine toimub spontaanselt.
 - b) Neuraalne vorm — esinevad pidevad peavalud, unetus, entsefaliidi ja meningiidi tunnused. Kahjustuvad peamiselt peaaigu närvid. Kui kahjustatud on üks nägemisnärvi, nimetatakse haigust ühe silma neuriidiks. Võib esineda perifeerne retiiniit jne. Kui neuraalset haigusvormi ei ravita, võib patsient jääda pimedaks.
 - c) Vistseraalne vorm — kahjustuvad maks, süda, neerud, kopsud ja seedetrakt.
2. **Kaasasündinud ehk kongenitaalne toksoplasmoos.** Selline haigusvorm on võimalik, sest parasiidid võivad tungida läbi platsentaarse barjääri. 90. aastatel esines kaasasündinud toksoplasmoosi sagedusega 3:1000 elussünni kohta nii USA-s kui Euroopas. Ohtlik on ema esmakordne haigestumine esimese kolme raseduskuu jooksul, mil lootel toimub histo- ja organogenees. Kahjustused on

sageli iseenesliku abordi, väärarengute ja surnult sündide põhjuseks. Harva esineb juhtumeid, kus samal emal on nakatunud kaks järjestikust loodet, sest toksoplasmaparasiitidest antikehad, mis tekivad emal esimese raseduse ajal, kaitsevad loodet nakatumise eest. Kaasasündinud toksoplasmoosi korral esineb imikul nn. haiguste triaad: retiniit, hüdrosefaalia ja kaltsifikatsioon ajukoes, 70%-l nakatunud vastsündinutest on haigus asümptomaatiline, alles hilisema elu jooksul arenevad retiniit, vaimne alaareng ja ka epilepsia.

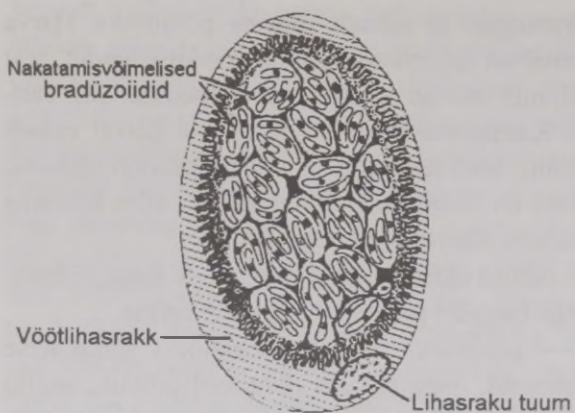
3. **Oportunistlik infektsioon** — tsüstid aktiveeruvad mingi teise haiguse kaasnähuna. Immuunpuudulikkusega haigetel põhjustab sageli ta surma.
4. **Krooniline toksoplasmoos** — põhjuseks on toksoplasmoosi subakuutse vormi puhul pandud valediagnoosid, nagu näiteks pimesoolepõletik, angiin jne. Haigustunnusteks on üldine intoksikatsioon, lümfoadenopaatia, vappelümfomaad, gastroenteriit, müokardiit, angiin, maksakahjustused. Krooniline toksoplasmoos põhjustab organismi sensibiliseerumist, mille mõju ulatub atsetüülkoliini, histamiini ja neurosekretoorse glükoproteiidide süsteemile. Lõpptulemusena tekib allergia. Organismis tõuseb immunomodulaatorite tase (N: histamiin, mukoidid jne.). Algab autoantikehade süntees, mille tulemusena kujuneb autoimmuunsuse sündroom (immuunsüsteem hakkab tootma antikehasid omaenda kehaosade vastu ning iseenast hävitama), mis on üheks loote kahjustuste kujundajaks.

Laboratoorne diagnostika. Diagnostikaks kasutatakse tänapäeval immunooloogilisi teste. Kasutatakse ka haige organismist isoleeritud parasiidi kasvatamist koekultuuris, nii on toksoplasmasid võimalik tuvastada mõne päeva möödudes. Üheks meetodiks on katseloomade nakatamine inimeselt isoleeritud parasiitidega (nende hilisemaks tuvastamiseks).

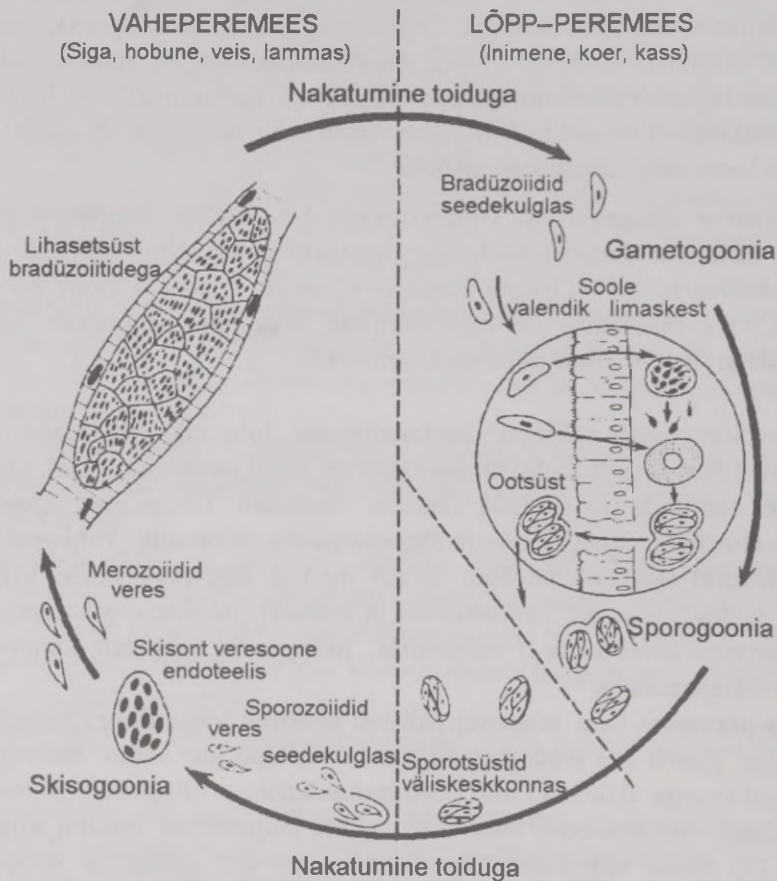
• *Genus Sarcocystis* põhjustab **sarkotsüstoosi**. Juba sajandi algusest on teada, et perekond *Sarcocystis* 'e ehk lihaseoslaste eri liigid moodustavad nn. sarkotsüste imetajate, reptiilide ja lindude lihastes. Sarnaselt *Toxoplasma gondii* 'le on parasiidi elutsükliks vajalik vahe- ja lõpp-peremehe olemasolu. Vaheperemeesteks on herbivoorid (lehmad, lambad, hirved jne.) ja lõpp-peremeheks karnivoorid (koerad, hundid, rebased, kährikkoerad ja koitid). Inimesele patogeensed liigid on *Sarcocystis hominis* ja *S. suis*. Inimene on tavaliselt lõpp-peremees, vahel ka vaheperemees.

Lõpp-peremees (k.a. inimene) nakatub parasiidi kogumikke (zoitotsüste ehk sarkotsüste, joonis 24) sisaldavat halvasti töödeldud liha süües. Sarkotsüstid on lihases pikkusega 0,002–15 mm. Seedeelundkonnas vabanevad zoitotsüstidest bradüzoiidid, mis arenevad kohe ilma suguta paljunemise tsükli gameetideks (joonis 25). Peale viljastumist moodustub sügootist ootsüst ja selles toimub sporogoonia. Küps ootsüst sisaldab 2 sporotsüsti (need omakorda 4 sporozoiidi) ja väljub fekaalidega. Erinevuseks on, et sporogoonia toimub sooles, mitte väliskeskkonnas nagu teistel koktsiidilistel.

SARKOTSÜST ^{seedeelundkonnas} → BRADÜZOIIDID → gameetid →
 55
 → sügootid → ootsüstid → sporogoonia (sooles)



Joonis 24. Nakatamisvõimeline zoitotsüst ehk sarkotsüst vöotlihaskoe rakus.



Joonis 25. Lihaseoslase (*Sarcocystis sp.*) elutsükel.

Vaheperemees (herbivoor) nakatub rohuga ootsüste sisse süües. Seede-elundkonnas sporozoiidid vabanevad ja liiguvad veresoonkonda, kus toimub nende hulgi jagunemine. Moodustunud merozoiidid liiguvad edasi lihas- ja närvirakkudesse, kus 2 kuu jooksul kujunevad bradüzoite sisaldavad zoitotsüstid. *Sarko*

Sarkotsüstoos on inimesel kui lõpp-peremehel kerge haigus, mille sümptomideks on iiveldus, kõhuvalu ja kõhulahtisus. Valminud ootsüstid väljuvad 1–2 nädala pärast. Nakatutakse peamiselt saastunud loomaliha (*hominis*) ja sea-liha (*S. suihominis*) söömisel. Neil juhtumitel, kui inimene on vaheperemeheks (nakatumine ootsüstidega), moodustuvad lihas- ja närvikoosse parasiidi zoitotsüstid. Peetakse tõenäoliseks, et sarkotsüstoos võib põhjustada iseeneslikke aborte.

□ **Praktiline töö nr. 6.** Lihaseoslase (*Sarcocystis sp.*) sarkotsüst vöötlihas-koes. Püsipreparaat.

Viimasel paaril aastakümnel on avastatud mitmeid uusi **eimeerialiste alam-seltsi** kuuluvaid nn. **oportunistlikke haigusetekitajaid**.

• **Genus *Isospora*** — perekond *Isospora*. *Isospora belli*, aga ka tõenäoliselt *I. hominis* ja *I. natalensis* põhjustavad inimesel **isosporioosi**. Isosporioos on üks levinumaid oportunistlikke infektsioone omandatud immuunpuudulikkuse sündroomiga haigetel. Seda põeb 0,2% AIDS-i haigeid, ühtlasi peetakse AIDS-i haigestunuid ka *Isospora* looduslikuks reservuaariks.

Lokalisatsioon. Sooleepiteeli rakus.

Geograafiline levik. Parasiit on levinud kogu maailmas, eelkõige troopikas ja subtroopikas, hajusalt ka parasvöötmes. Kõige sagedamini esineb isosporioos Kesk- ja Lõuna-Ameerikas, Aafrikas, Kagu-Aasias, Kesk-Aasias ja Taga-Kaukaasias.

Morfo-füsioloogiline iseloomustus. Ehituselt ja eluvormidelt tüüpiline koktsiidiline.

Elutsükl. Parasiidi arengus esineb suguline ja suguta tsükl, mis mõlemad toimuvad samas peremeesorganismis. Peremehe nakatumine toimub ootsüstidega. Ootsüstid on ovaalsed, suurusega kuni 33 µm ja sisaldavad 2 sporotsüsti, milles kummaski on 4 sporozoiiti (joonis 26). Ootsüsti kesta lagunemisel vabaneb seega 8 sporozoiiti, mis peremeesorganismi sooleepiteeli rakkudes arenevad trofozoiitideks ja skizontideks. Valminud skizondist vabanevad merozoiidid, mis nakatavad uusi rakke ja arenevad kas teise põlvkonna skizontideks või gametotsüütideks. Gametotsüüdid moodustavad ühinedes sügoote, mis arenevad ootsüstideks ja väljutatakse roojaga.



Joonis 26. *Isospora* sp. ootsüst.

Patogeenne toime. Kõige kindlamad andmed on olemas *Isospora belli* kui inimese patogeeni kohta. Nakatumine isosporioosi toimub saastunud toidu ja vee tarvitamisel, loomade kaudu ja sugulisel teel. Enamasti leidub *Isospora*'t peensooles, samuti mesenteerilistes ja trahheobronhiaalsetes lümfisõlmedes. Histoloogiliselt väljendub isosporioos soolehattude atroofias. Isosporiaasi kliiniliste nähtudena esinevad krooniline kõhulahtisus (päevane vedeliku kaotus 2–20 liitrit), limane väljaheide, palavik, peavalu, lihasevalu, õhupuudus, iiveldus.

Laboratoorne diagnostika. Isosporioosi diagnoositakse tavaliselt mikroskoopiliselt väljaheite proovidest.

- **Genus *Cryptosporidium*** — põhjustab **krüptosporidioosi**, mida tuntakse loomade haigusena üle 80 aasta. Haigus on sage kariloomadel (lehmad, lambad). Perekonda *Cryptosporidium* kuulub 20 eri liiki, mis tekitavad krüptosporidioosi 40 erineval peremehel. Inimesel tekitab haigust liik *C. parvum*, mida õpiti diagnoosima alates 1976. aastast. Krüptosporidioosi põeb USA-s kuni 4% ja Haiitil kuni 50% AIDS-i haigetest. Üks selle liigi vorm nakatab seedesüsteemi ja teine hingamiselundkonda.

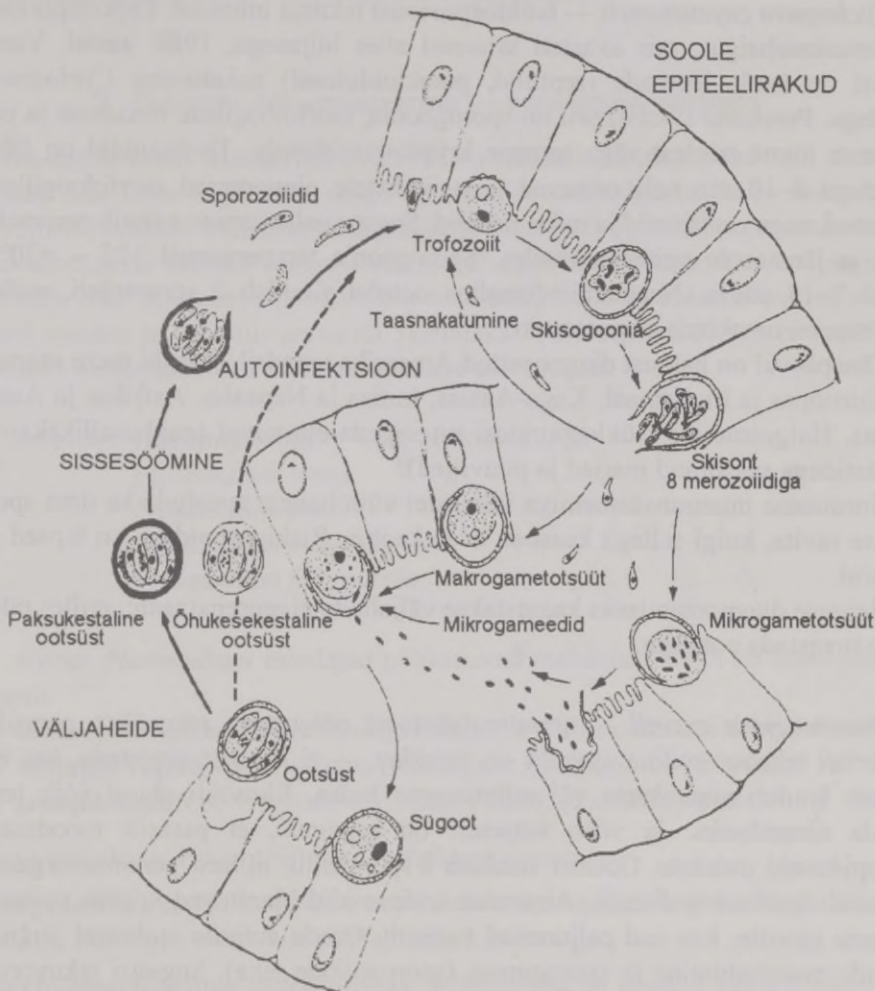
Lokalisatsioon. Peen- ja jämesoole krüptides, ka sapiteede, pankrease ja hingamiselundkonna epiteelirakkudes.

Geograafiline levik. Parasiit on levinud kogu maailmas, sagedasem aga Aafrikas ja Haiitil.

Morfo-füsioloogiline iseloomustus. Ootsüst ei sisalda sporotsüste, vaid ainult 4 sporozoiiti. Trofozoiit on suurusega 2–6 μm ja ehituselt tüüpiline koktsiidiline. Trofozoiidid elutsevad erinevalt teistest eosloomadest vahetult raku plasmamembraani all, nad on nn. rakusisesed, kuid “tsütoplas mavälised” parasiidid.

Elutsükkel. Krüptosporiidide arengus esineb suguta ja suguline tsükkel, mis mõlemad toimuvad samas peremeesorganismis. Nakatutakse ootsüste sisaldava

joogiveega. Seedetraktis vabaneb ühest ootsüstist 4 sporozoiiti, mis tungivad sooleepiteeli rakkudesse (joonis 27), kus muutuvad trofozoidiks ja läbivad mitesugulise paljunemise etapi — skisogoonia. Järgneb sugulise paljunemise tsükkel, mis lõpeb uute ootsüstide tekkega. Tugeva kestaga ümbritsetud ootsüstid eralduvad organismist ekskrementidega, kuid samal ajal tekib ka ~20% õhukesekestalisi ootsüste, mis on kohe autoinfektsioossed. Krüptosporidioosi korral võib ainurakset parasiiti leida kogu seedetrakti ulatuses. Immuundefitsiidiga patsientidel esineb parasiit ka rögas ja väljahingatavas õhus (trahheaalne või pulmonaalne krüptosporidioos).



Joonis 27. *Cryptosporidium* sp. elutsükkel.

Patogeenne toime. Krüptosporidioosi peiteaeg on 1–2 nädalat. Haigestumisel ilmnevad järgmised kliinilised nähud: vesine roe, kõhuvalu, kõhukrambid, väike palavik, oksendamine, maksa ja põrna suurenemine. Terve immuunsüsteemiga inimesel on sümptoomid nõrgalt avaldunud ja haigus isetaanduva kuluga (kestus 1–2 nädalat); immuunpuudulikkusega patsientidel aga kroonilise kuluga ja halvasti ravile alluv.

Laboratoorne diagnostika. Peamised diagnoosimise meetodid on soole biopsia analüüs ja väljaheite uuring, milles immunoloogilise meetodiga püütakse tuvastada ootsüste.

- *Cyclospora cayetanensis* — tsüklosporioosi tekitaja inimesel. Tsüklosporioos on parasitaarhaigus, mis avastati inimesel alles hiljaaegu, 1986. aastal. Varasemast on teada loomade (reptiilid, putuktoidulised) nakatumine *Cyclospora* liikidega. Perekond *Cyclospora* on sporogoonia, morfoloogiliste omaduste ja patogeenuse toime poolest väga sarnane krüptosporiididele. Trofozoidid on läbimõdduga 8–10 µm, neil esinevad koktsiidilistele ainuomased morfoloogilised tunnused, nagu roptriimid ja mikroneemid. Sugutu paljunemine toimub peremehe tühi- ja jämesoole epiteelirakkudes. Sporogoonia temperatuuril +25 – +30°C vältab 7–13 päeva. Nakatamisvõimeline ootsüst sisaldab 2 sporotsüsti, milles mõlemas on omakorda 4 sporozoiiti.

Tänapäeval on haigust diagnoositud Ameerika mandril, Kariibi mere saartel, Ida-Euroopas ja Inglismaal, Kagu-Aasias, Indias ja Nepaalis, Aafrikas ja Austraalias. Haigestumine tsüklosporioosi on sagedasem suvel (nakkusallikaks on ootsüstidega saastunud marjad ja puuviljad).

Normaalse immuunsüsteemiga inimestel võib haigus taanduda ka ilma spetsiaalse ravita, kuigi sellega kaasneb kaalukaotus. Riskigruppideks on lapsed ja vanurid.

Haiguse diagnoosimiseks kasutatakse väljaheite äigepreparaate, milles püütakse tuvastada ootsüste.

- *Pneumocystis carinii* — pneumotsüstoosi põhjustava rakuvälise parasiidi *P. carinii* taksonoomiline asukoht on vaieldav — ei suudeta otsustada, kas organism kuulub ainuraksete või mikrosteente hulka. Elutsükli alusel võib teda pidada ainurakseks. *In vitro* katsetest on selgunud, et parasiit moodustab vastupidavaid ootsüste. Ootsüst sisaldab 8 sporozoiiti, millest peremeesorganismis saab igäihest trofozoiit. Ainurakse trofozoidid kinnituvad kopsus epiteelirakkude pinnale, kus nad paljunevad sugutult. Osade autorite andmetel järgneb tsüstide moodustumine ja sporogoonia (sporozoiitide teke). Sugulisi rakuvorme pole sellel parasiidil leitud.

P. carinii levib piisknakkuse teel ja põhjustab hingamishäireid, kõha ja kopsupõletikku. Haiguse süvenedes tekib kopsu interstitsiaalruumi infiltraat,

seda peamiselt alveolaarsete kapillaaride blokeerumise tõttu. Ummistusi kutsuvad esile *P. carinii* trofozoidid, mis kinnituvad alveoolide seintele.

Normaalse immuunsüsteemiga patsientidel esineb *Pneumocystis carinii* kopsu loomulikus mikroorganismide koosluses (spetsiifilisi antikehi tema vastu on avastatud 2–4-aastaste laste veres 75–100% ulatuses). Kaasasündinud või omandatud immuunpuudulikkusega patsiendid moodustavad pneumotsüstoosi haigestumisel riskirühma. Näiteks AIDS-i haigeil kutsub ta esile interstitsiaalsete rakkude pneumooniat, mis on tihti letaalse lõpuga. Elavat huvi tuntakse AIDS-i haigete kopsuvälise pneumotsüstoosi vastu, mis sagedamini avaldub lümfisõlmedes, põrnas, südames, maksas ja luüdis.

2. Subordo: **Haemosporina** — vere-eosloomalised

Vere-eosloomade alamseksi kuuluvad ainuraksed parasiteerivad oma elutsükli teatud osas inimese ja teiste selgroogsete erütrotsüütides. Neile on iseloomulik peremehevahetus. Malaaria plasmoodiumide sugutu sigimine ja gametotsüütide moodustumine toimub inimese veres, gameetide teke, kopulatsioon ja sporozoiitide teke hallasääse (*Anopheles*) soolestikus. Sääsk nakatub malaariahaige verd imedes ja muutub parasiidi siirdajaks. Vere-eosloomalised ei moodusta tõelisi väliskeskkonnas säilivaid ootsüste ehk spoore.

2. Subordo: **Haemosporina** — vere-eosloomalised

Plasmodium vivax

Plasmodium ovale

Plasmodium malariae

Plasmodium falciparum

● Genus **Plasmodium** esindajad põhjustavad malaariat, millel on kolm põhilist vormi:

1) **kõlmepäevapalavik** (*tertiana*), tekitajateks *Plasmodium vivax* või *P. ovale*; *p. vivax* i par

2) **neljapäevapalavik** (*quartana*), tekitajaks *Plasmodium malariae*; *pl. malariae* palavik

3) **troopikapalavik** (*tropica*), tekitajaks *Plasmodium falciparum*. *p. falciparum* palavik

Lokalisatsioon. Erütrotsüütides ja maksarakkudes.

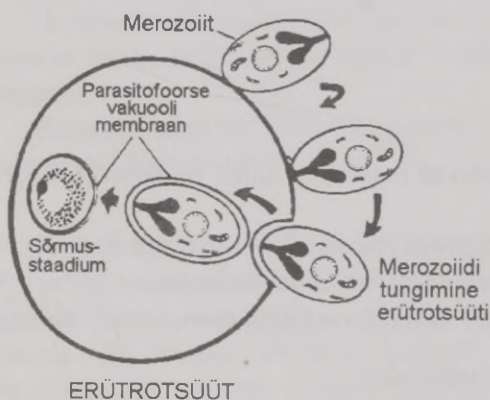
Geograafiline levik. Levinud troopikas ja subtroopikas, sagedasem Aafrikas ja Aasias. Euroopas on leviala põhjapiiriks Leedu.

Morfo-füsioloogiline iseloomustus. Merozoiidid on ovaalse kujuga, pikkusega kuni 1,5 μm ja laiusega 1 μm . Tuumas puudub tuumake, tsütostoom paikneb külgmiselt ning pelliikuli all asetseb kimp mikrotorukesi. Samuti on olemas mitokondrid, roptriumid, mikroneemid ja polaarsed rõngad apikaalses osas.

Elutsükkel. Suguline sigimine ja sporogoonia toimub hallasääse (*Anopheles*) organismis. Malaariahaige inimese verd imedes satuvad sääse seedesüsteemi gametotsüüdid (joonis 29). Sääse soolestikus gametotsüüdid küpsevad. Igast mikrogametotsüüdist tekib 4–8 mikrogameeti, makrogametotsüüdist — 1 makrogameet (joonis 29). Gameetide ühinemisel tekib liikumisvõimeline sügoot — ookineet, mis tungib läbi sooleseina ja kinnitub soole välisküljele. Siin kattub ta kestaga, muutudes ootsüstiks. Ootsüst suureneb oluliselt, sporogoonia tulemusena tekib suur hulk sporozoiite (kuni 1000 tk.), mis pärast ootsüsti lõhkemist satuvad hemolümfi kaudu sääse süljenäärmetesse. Seal sporozoiidid kogunevad ja küpsevad umbes 2 nädalat. Infektsioossed omadused säilivad kuni 2 kuud. Sporogoonia kestus oleneb välistemperatuurist: 25°C juures on see *P. vivax*'il 10 päeva; *P. falciparum*'il 12 päeva ja *P. malariae*'l 16 päeva. Alla +16 °C ja üle +30°C sporogooniat ei toimu.

Kui nakatunud hallasääsk imeb inimese verd, satuvad sääse süljenäärmetest inimese organismi sporozoiidid. Pärast sääsepistet on sporozoiidid veres umbes 10–30 minutit, seejärel tungivad nad siseelundite rakkudesse, peamiselt maksarakkudesse, kus sporozoiidid suurenevad mõõtmetelt ja muutuvad skisontideks.

Tsükkel maksas ehk pre-erütrotsütaarne tsükkel kestab *P. vivax*'il 8 päeva, *P. ovale*'l 9 päeva; *P. malariae*'l 15 päeva ja *P. falciparum*'il 6–8 päeva. Skisogoonia ehk sugutu hulgijagunemise teel vabaneb igast skizondist suur hulk (1000–12 000 tk.) merozoiite ehk koemerozoiite. See etapp kannab nime- tust ka koeskisogoonia ja on ühekordne. Koeskisogoonia ajal puuduvad iga- sugused malaaria kliinilised tunnused.

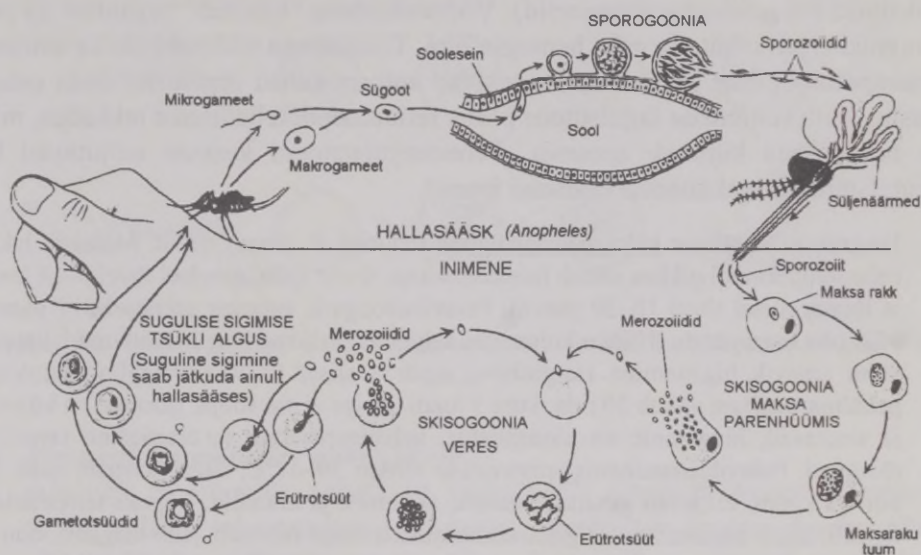


Joonis 28. *Plasmodium vivax*'i merozoiidi tungimine erütrotsüüti.

Pärast koeskisogooniat liiguvad koemerozoiidid maksast uuesti verre. Järgneb **erütrotsütaarne tsükkel** ehk **erütrotsütaarse skisogoonia** etapp. Erütrotsütaarse hulgijagunemise aeg on liigiti erinev: *P. vivax* — 48 h; *P. ovale* — 48 h; *P. malariae* — 72 h; *P. falciparum* — 36–48 h. Koemerozoiit tungib erütrotsüüti endotsütoosi teel, moodustub parasitofoorne vakuool (joonis 28), mis sisaldab ühte trofozoiidi. Ühetuumalist rõngakujulist trofozoiiti nimetatakse

sõrmus-staadiumiks. Parasiit kasvab erütrotsüüdi arvel aktiivselt, trofozoidi tsütoplasma võtab amööboidse kuju (*P. vivax*) ja moodustub nn. amööboidne staadium. Hetkest, mil plasmoodiumi tuum alustab jagunemist, nimetatakse parasiiti skisondiks. Kui hulgijagunemine on lõppenud, lõhkeb erütrotsüüt ja merozoiidid vabanevad ning sisenevad uutesse erütrotsüütidesse. Tsükkel kordub. Erinevatel liikidel tekib skisondist erinev arv merozoiite: *P. vivax* — 12–24 tk., *P. ovale* — 4–16 tk. (tavaliselt 8 tk.), *P. malariae* — 6–12 tk., *P. falciparum* — 8–24 tk. Inimesel kujunevad perioodilised haigushood erütrotsütaarse skisogoonia ajal. Skisontide moodustumine ja merozoiitide vabanemine sünkroniseerub. Haigel tekivad tüüpilised malaariahood.

Pärast mitmekordset sugutu sigimise tsüklit algab ettevalmistus suguliseks sigimiseks. Osa merozoiite areneb erütrotsüütides sugulisteks rakuvormideks — gametotsüütideks (makro- ja mikrogametotsüüdid). Preparaadis on gametotsüüdid suuremate ja tugevasti värvuvate tuumadega.



Joonis 29. Malaaria plasmoodiumi elutsükel.

I. Pre-erütrotsütaarne skisogoonia:

sporozoiit → trofozoiit → skisont → merozoiidid

II. Erütrotsütaarne skisogoonia:

merozoiit → trofozoidi sõrmus-staadium → (amööbistaadium) → skisont →

↑
 → vabanenud merozoiidid
 ↓
 mikrogametotsüüdid
 makrogametotsüüdid

III. Suguline sigimine ja sporogoonia:

mikrogametotsüüt→5–6 **mikrogameeti**



sügoot ehk

ookineet→**ootsüst**→(**sporogoonia**)→**sporozoiidid**



makrogametotsüüt→1 **makrogameet**

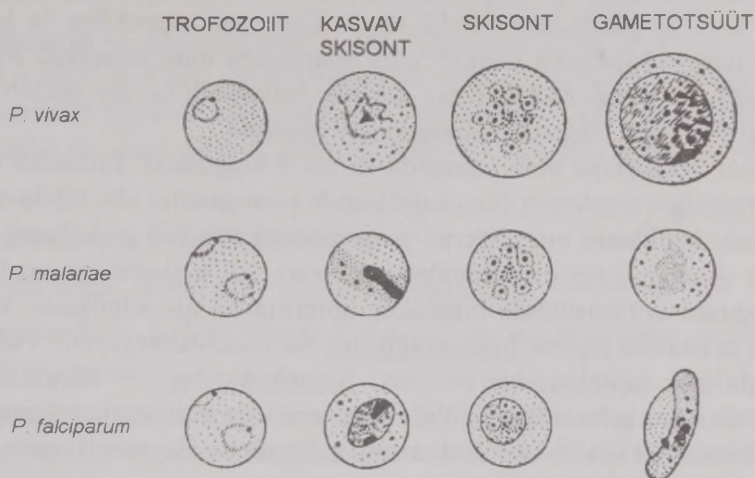
Kliiniline pilt. Peamised malaariatekitajad on *P. vivax* (43% haigestunutest) ja *P. falciparum* (50% haigestunutest). Erütrotsütaarse skisogoonia ajal hakkavad merozoiidid purunevate erütrotsüütide seest vabanema sünkroniseerunult suurte hulkadena ning haigel tekivad **perioodilised palavikuhood** (vastavalt 48 või 72 tunni järel). Inimesel tõuseb kõrge palavik, mida põhjustavad verre vabanevad võõrvalgud — põhiliselt merozoiidid, nende ainevahetuse lõpp-produktid ja toksiinid (nn. malaaria pigmendid). Võõrvalkudena “käsitleb” organism ka purunenud erütrotsüüte ja vaba hemoglobiini. Tüsistusena võib tekkida ka autoimmuunpatoloogiline reaktsioon — tekivad autoantikehad organismi enda osiste vastu. Võib suureneda fagotsütoos põrna retikuloendoteliaalsetes rakkudes, mille tulemusena kujuneb aneemia. Termoregulatsiooni keskust mõjutavad ka erütrotsüütidest vabanenud kaaliumi ionid.

Haiguspilti vaatleme kolmepäevamalaaria (tekitaja *P. vivax*) näitel. Malaaria inkubatsiooniperioodi pikkus sõltub haigusetekitaja tüvest (põhjapoolisel tüvel 6–14 kuud ja lõunapoolisel tüvel 10–20 päeva). Palavikuhooegade vaheaeg esimesel 5–7 päeval võib olla korrapäratu. Hiljem kujunevad selgelt eristatavad haigusstaadiumid: vappkülm, palavik, higistamine. Haigushoog algab tavaliselt päeva esimesel poolel. Vappkülmastaadium vältab 30 min. kuni 3 tundi. Haige ei saa sooja, jäsemed on külmad ja sinetavad, hingamine on pinnapealne, kehatemperatuur ja arteriaalne vererõhk tõusevad. Palavikustaadiumis temperatuur tõuseb 39–41°C, nägu punetab, nahk on kuiv ja kuum, esinevad rahutus, peavalu, sonimine ja krambid. Lõpuks temperatuur langeb, algab higistamine. Higistamisstaadiumis haige rahuneb, jääb magama. Samal ajal areneb aneemia, suurenevad põrn ja maks. Sagedased on häired südame-veresoonkonna talitluses (müokardiodüstroofilised häired), närvisüsteemi talitluses (migreen, neuralgiad, neuriidid), urogenitaalsüsteemis, verepildis (hüpokroomne aneemia, leukopeenia, neutropeenid, trombotsütopeenid). Pärast 10–12 haigushoogu infektsioon vaibub. Väär või mitteefektiivse ravi korral võivad 3–9 kuu möödudes tekkida retsidiivid.

● *Plasmodium vivax*’i iseärasused:

- 1) merozoiidid sisenevad peamiselt noortesse mitteküpsetesse erütrotsüütidesse (retikulotsüütidesse), nakatunud on kuni 2% erütrotsüütidest. Kuna noorte punaliblede plasmamembraan on õrn, siis skisogoonia ajal erütrotsüüdid suurenevad. *Plasmodium vivax* põhjustab nn. healoomulist malaariat, s.t. haigushood on suhteliselt kerged;

- 2) sääse organismis tekib eri omadustega sporozoiite. Tahhüsporozoiidid on n.-ö. tavalised sporozoiidid, kes on võimelised peremehe maksas kohe edasi arenema. Bradüsporozoiidid (hüpnosoiidid) arenevad maksas edasi pärast pikemat peiteaega (6–14 kuud), seetõttu võib haigus anda retsidiive;
- 3) ka ilma ravita elab enamik haigeid aastaid. Parasiidi eluiga inimese organismis on tavaliselt 3 aastat. Kui haigus muutub krooniliseks, kahjustuvad aju, neerud ja maks (malaaria pigmendi ja raku jäänuste kogunemine, kapillaaride ummistumine).



Joonis 30. Erütrotsütaarse tsükli eri staadiumide võrdlus kolmel enamlevinud *Plasmodium*'i liigil.

● ***Plasmodium malariae* iseärasused:**

- 1) erinevalt *P. vivax*'ist nakatavad merozoiidid ainult täiskasvanud erütrotsüüte, millede rakumembraan on tugev, järelkult ei kaasne skisogooniaga erütrotsüütide mõõtmete suurenemine. Parasiitidega nakatub ainult kuni 0,2% erütrotsüütidest;
- 2) kõige pikema peiteajaga (18–40 päeva), võimalik isegi kuni aasta. Varased sümptoomid sarnanevad gripiga. Malaariahood on keskmise raskusega ja toimuvad iga 72 tunni järel;
- 3) *P. malariae*'l ei moodustu hüpnosoiite maksas ja haigusel ei ole retsidiive;
- 4) ilma ravita elab parasiit inimeses kuni 20 aastat.

● ***Plasmodium falciparum*'i iseärasused:**

- 1) merozoiidid nakatavad valimatult kõiki erütrotsüüte, olenemata nende arengustaadiumist. Erinevalt teistest liikidest võib ühes erütrotsüüdis esineda korraga 3 või 4 sõrmus-staadiumis skisonti. Erütrotsüütide mõõtmed ei suurene. Erütrotsütaarne skisogoonia algab perifeerses veres (näha palju

noori sõrmus-staadiume), kuid sugulised rakuvormid tekivad siseorganite kapillaaride väheringlevas veres. Perifeersesse verre jõuavad sirpja kujuga gametotsüüdid (diagnostiline tunnus) 8–10 päeva hiljem;

- 2) peiteaeg on lühim — 7–10 päeva. Esialgsed sümptomid sarnanevad gripiga. Haigushood on sageli pidevad, vaheaegadeta. Nimetatakse pahaloomuliseks malaariaks — s.t. on raskeima kuluga ja ka ravi korral on letaalsus kuni 5% (peetakse väga kõrgeks). Plasmoodiumidega nakatub kuni 48% erütrotsüütidest. Alla viieaastastel lastel kulgeb haigus omapärase sümptomaatikaga — algab isutuse, unisuse ja nõrkusega, seejärel tõuseb temperatuur 3–4 tunniga 39–41°C-ni ja püsib seal 10–12 tundi. Esinevad vappekülm ja krambid. Alates teisest ööpäevast hakkab põrn suurenema ning toimuvad muutused verepildis — trombotsüütide arv langeb, leukotsüütide arv tõuseb, hemoglobiini sisalduse languse tagajärjel tekib aneemia;
- 3) troopilise malaariaga võib kaasneda ka muid kahjustusi. Lisandub trombohemorraagiline sündroom (verekapillaaride permeaablus ehk läbilaskevõime suureneb, kapillaare ummistavad parasitaarsed trombid ja kujuneb hemorraagia). Ajukahjustus (tserebraalne malaaria), kus malaaria pigment ja suured kogused erütrotsüütide lagutükke ummistavad aju kapillaare, viib tihti kooma ja letaalse lõpuni. Maksakahjustus nn. *blackwater fever* — kõhuvalu, kõhulahtisus, sapioksandamine jms. Neerukahjustus — intravaskulaarne hemolüüs koos kiire erütrotsüütide lagunemisega põhjustab märgatavat hemoglobineemiat ja viib akuutsele neeru kahjustumisele, tubulaarsele nekroosile ja võib lõppeda surmaga;
- 4) *P. falciparum*'il ei moodustu hüpnosoiite maksas ja seega ei ole haigusel retsidiive; taasnakatumisega kaasnevad tugevnenud atakid, mis võivad lõppeda letaalselt;
- 5) inimene võib olla 1–2 aastat parasiidi passiivseks kandjaks (eriti siis, kui tarvitab regulaarselt malaariavastaseid preparaate);
- 6) parasiidi eluiga inimese organismis on 1 aasta.

● ***Plasmodium ovale* iseärasused:**

- 1) on morfoloogiliselt mitmeti sarnane *P. malariae*'le. Peremehe erütrotsüüdid suurenevad veidi, plasmamembraan muutub sakiliseks. Kliiniline pilt sarnaneb *P. vivax*'iga, nimetatakse ka healoomuliseks ehk *ovale*-malaariaks;
- 2) harvaesinev, peamiselt troopilises Aafrikas, on leitud ka Aasias;
- 3) maksas arenevad hüpnosoiidid, seetõttu on võimalikud haiguse retsidiivid;
- 4) ilma ravita on parasiidi eluiga peremehes umbes 1 aasta.

Laboratoorne diagnostika. Haige verest valmistatud äigepreparaatide mikroskoopiline analüüs. Verd soovitatakse võtta haigushoo ajal või vahetult pärast seda.

- **Praktiline töö nr. 7.** Malaaria plasmoodiumi (*Plasmodium vivax*) arengutsüklil. Püsipreparaat.

2. Subclassis: *Piroplasmia* — piroplasmad

Alamklassi piroplasmad kuuluvad erütrotsüütides parasiteerivad väikesed pirnja kujuga ainuraksed. Patogeenset tähtsust omab perekond *Babesia*. Morfoloogia ja lokalisatsiooni poolest on parasiit väga sarnane vere-eosloomadega.

● **Genus *Babesia*** — siia kuuluvad inimest nakatavad liigid *B. microti* (Põhja-Ameerikas, Aasias) ja *B. divergens* (Põhja-Euroopas). Teised liigid parasiteerivad kassidel, koertel ja kariloomadel. Tekitavad haigust nimetusega **babesioos**, mille sünonüümideks on puugipalavik, punavee palavik, Texase palavik ja piroplasmooos.

Lokalisatsioon. Peamiselt erütrotsüütides.

Geograafiline levik. Harva esinev ja kosmopoliitne.

Morfo-füsioloogiline iseloomustus. Parasiidil on eosloomadele iseloomulik morfoloogia ja vormid.

Elutsüklil. Siirdajaks ja lõpp-peremeheks on võsapuuk *Ixodes ricinus*. *Babesia* sporozooidid satuvad puugihammustuse korral koos lestadise süljega kodulooma või inimese organismi. Nad tungivad erütrotsüütidesse ja paljunevad seal mitesuguliselt kahelipooldumise teel. Selle tulemusena moodustub ühte erütrotsüüti 4 sõrmus-staadiumi ehk trofozoiti. Erütrotsüüt lüüsub, merozoiidid vabanevad ja haigel võib kujuneda hemoglobiinuuria, millest ka haiguse nimetus punavee palavik. Osa vabanenud merozoitidest nakatab uusi erütrotsüüte, osa aga muutub ovaalseks gamondiks. Kui puuk on imenud haigelt verd, arenevad gamondid puugi soolerakkudes sugulisteks rakuvormideks, nn. kiirjateks kehadeks. Kiirjad kehad vabanevad puugi soolerakkudest, paarduvad ja moodustavad sügoodi. Sügootidest arenevad parasiidi liikumisvõimelised rakuvormid — kineetid, mis kanduvad hemolümfiga puugi soolest munasarja, kus nakatavad ootsüüte (nn. transovariaalne infektsioon). Viimasega tagatakse *Babesia* levik ka puugipopulatsioonis. Arenevas puugivastses tungivad kineetid süljenäärme rakkudesse, kus sporogoonia teel moodustub tuhandeid sporozoite.

Patogeenne toime. Parasiit põhjustab palavikku, põletikke, muutusi verepildis, hemoglobiinuuriat, suurenevad põrn ja maks.

Laboratoorne diagnostika. Parasiidivastaseid antikehi patsiendi verest tuvastatakse immunoloogiliste testide abil. Iseloomulikuks tunnuseks *Babesia* 'le on nelja sõrmus-staadiumi (tetraadi) olemasolu erütrotsüütides. Sõrmus-staadiumid on väiksemad kui *Plasmodium falciparum* 'il.

3. Subclassis: *Gregarinia* — gregariinid

Alamklassi gregariinid on selgrootute (vihmaussi ja putukate) soole ja kehaõõnsuste parasiidid. Trofozoidid on rakusisesed ja gametotsüüdid rakuvälised parasiidid. Osadel liikidel puudub sugutu sigimise tsükkel — need liigid reeglina ei ole patogeensed.

- *Monocystis agilis* — kosmopoliitse levikuga sagedane ja hästiuuritud vihmaussi (*Lumbricus sp.*) parasiit. Tsüstist väljunud sporozoidid tungivad vihmaussi seemnepõiekestesse. Seal rakusiseselt elavaid parasiite nimetatakse trofozoidideks. Edasise arengu käigus moodustuvad gametotsüüdid, mis väljuvad rakkudest, arenevad edasi ja ühinevad sügootiks. Igast sügootist moodustub kestaga sporotsüst 8 sporozoidiga.

III. PHYLUM: *Microspora* — PISI-EOSLOOMAD

Hõimkonna lühiiseloostus.

Pisi-eosloomade hõimkonda kuuluvad rakusisesed selgrootute ja selgroogsete loomade parasiidid. Nendel ainuraksetel puuduvad mitokondrid ja nad levivad väga väikeste (diameetriga kuni 10 µm) spooride abil. Iga spoor sisaldab ühte ühe- või kahetuumalist amöboidset nakatamisvõimelist rakku (sporoplasmat).

Hõimkond jaotatakse tavaliselt kahte klassi: *Microsporea* ja *Rudimicrosporea*. Inimesel põhjustavad haigusi klassi *Microsporea* kuuluvad liigid perekondadest: *Pleistophora*, *Encephalitozoon*, *Enterocytozoon*, *Microsporidium* ja *Nosema*.

Classis: *Microsporea* — pisi-eosloomad
Enterocytozoon bienersi

- *Enterocytozoon bienersi* — mikrosporidioosi tekitaja inimesel. Mikrosporidioos on laialt levinud ja aastaid tuntud loomade tõvena. Alles hiljaaegu sai ta tuntuks inimese haigusena. Viimased uurimused on näidanud, et AIDS-i haigetel on kroonilise kõhulahtisuse tekitajana juhtival kohal mikrosporiidiumid (15–27% juhtumitest).

Lokalisatsioon. Parasiit lokaliseerub tühissooles ja kaksteistsõrmiksooles; maost ja jämesoolest pole neid leitud. Sagedamini paiknevad parasiidid soolehatu tipul olevates rakkudes, kuid kunagi pole neid leitud krüptidest või limaskestast põhikoe rakkudest.

Elutsükkel. Parasiidi elutsükkel algab rakujagunemise faasiga, mida nimetatakse skisogooniaks. Merozoidid nakatavad peremeesorganismis uusi rakke. Teine staadium on sporogoonia, mille kestel peremehe rakus moodustuvad sporo-

spoorid

blastid. Sporoblastidest moodustuvad spoorid. Peremeesorganismi seedetrakti sattunult spoori kestad lagunevad ja algab uus elutsükel.

Patogeenne toime. Paljudel juhtudel kahjustatud piirkonnas peensoolehatud atrofeeruvad. Sageli on täheldatav plasmarakkude ja lümfotsüütide infiltratsioon läbi limaskesta põhikoe.

Laboratoorne diagnoosimine. Diagnoosimine toimub Giemsa meetodil värvitud biopsiaproovidest, mida uuritakse esmalt valgusmikroskoobis (nii on võimalik tuvastada mikrosporiidi vegetatiivseid vorme ja spore). Diagnoos kinnitatakse elektronmikroskoopiliste uuringutega.

IV. PHYLUM: *Ciliophora* — RIPSLOOMAD

Ripsmekandjate hõimkonnas (*Phylum: Ciliophora*) on kolm klassi viie perekonnaga. Käesolevas kursuses käsitletav parasiit kuulub esimesse klassi.

Classis: Kinetofragminophorea

Ordo: Trichostomatida

Balantidium coli — käärsoolebalantiid ehk koli pusarake

Classis: Kinetofragminophorea (Infusorea) — ripsloomad

Ripsloomade klassi iseloomustus.

Ripsloomad (infusoorid) on rohkearvuline (üle 3000 liigi) ainuraksete rühm. Nad on kõige keerulisema ehitusega algloomad, kellel ilmekalt avaldub rakusisene kompartmentalisatsioon (ruumiline jaotus) ja organoidide diferentseeritus. Peamiseks elukeskkonnaks on magevesi ja niiske pinnas.

Kõige iseloomulikumaks tunnuseks ripsloomadele on ripsmete olemasolu (joonis 31) vähemalt mõnes nende eluetapis. Liikumisorganellideks ongi kas ripsmed (ld. k. *cilium*, *cilia*) või nende liitumisel tekkinud keerukamad struktuurid, näiteks tsirrused (ld. k. *cirrus*, *cirri* — narmas). Liikumisorganellide tegevus on sünkroniseeritud — ridadena asetsevad ripsmed liiguvad erinevas faasis, mis kokkuvõttes tagab ripsmete talitluse lainetena.

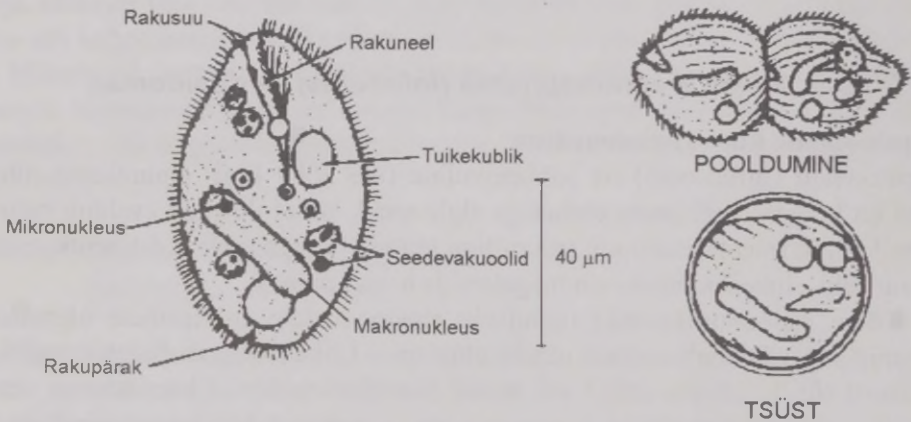
Ripsloomadel on dimorfsed tuumad, kusjuures suurem — makronukleus on vegetatiivse talitlusega ja väiksem(ad) — mikronukleus(ed) — generatiivse funktsiooniga. Suguline sigimine toimub konjugatsiooni teel. Toiduks on peamiselt bakterid ja vetikad ning teised algloomad. Ripsloomade hulgas on nii ektoparasiite (kaladel) kui ka endoparasiite (inimesel).

• *Balantidium coli* — käärsoolebalantiid ehk koli pusrake.

Lokalisatsioon. Lokaliseerub peamiselt jämesooles, kuid ka teistes soole piirkondades.

Geograafiline levik. Kosmopoliitne parasiit. Eestis on levinud peamiselt kodusigadel.

Morfo-füsioloogiline iseloomustus. Käärsoolebalantiid on ainuke inimesel parasiteeriv ripsloom (joonis 31); seejuures kõige suurem ainurakne parasiit inimesel. Kujult on ta ovaalne, pikkus 30–200 μm ja laius 20–120 μm . Eesmises kitsamas osas asub lõhekujuline peristoomiava, mis läheb üle rakusuuks (tsütostoom) ja pilujaks rakuneeluks (tsütofaarüngs). Tagumises ümaramas osas paikneb anaalpoor. Kogu looma keha on kaetud peente ripsmetega, mis peristoomi ümber moodustavad suuümbrise ala. Makronukleus on suur ja oakujuuline ning mikronukleus väike ja silmatorkamatu. Tsütoplasmas asuvad 2 kontraktilist ehk pulseerivat vakuooli. Tavaliselt on tsütoplasmas märgatavad ka toitevakuoolid. Paljunemine toimub kas sugutult (mitootiliselt) või suguliselt (konjugatsioon). Ebasoodsates oludes moodustab koli pusrake paksuseinalisi tsüste, mis erituvad inimese organismist väljaheitega. Tsüstid on ovaalsed või sfäärilised, läbimõõduga 50–60 μm .



Joonis 31. *Balantidium coli*.

Elutsükkel. Inimene nakatub tsüstidega, millest seedekulglas pärast tsüsti kestade lagunemist kujunevad vegetatiivsed vormid, kes toituvad jämesooles seedimata toidujäänustest (eeskätt tärkliseteradest). Võib mitmeid rakupõlvkondi elutseda inimese seedekulglas, põhjustamata patoloogilisi muutusi.

Peamiseks looduslikuks reservuaariks on kodusiga ja ka metssiga. Levinud seafarmides, kus põhjustab põrsastel kõhulahtisust. On leitud ka rottidel ja ahvidel. Väidetavalt on võimalik ka infektsiooni ülekandumine inimeselt inimesele.

Fekaalides säilitavad tsüstid eluvõime nädalaid, vegetatiivsed vormid elavad toatemperatuuril 2–3 päeva.

Patogeenne toime. Peremeesorganismi nõrgenemisel (näiteks nakatumisel askaridoosi) kinnitub parasiit sooleseinale, hakkab tootma hüaluronidaasi (ensüüm, mis söövitab rakkudevahelist ainet) ja põhjustab sügavate haavandite teket, mis on väga sarnased haavanditele amöboidse koliidi ehk amöboidse düsenteeria korral. Sel puhul toitub parasiit erütrotsüütidest. Veritsevatele haavanditele sooleseinas kaasneb kõhulahtisus, verine roe, maksapõletik, apenditsiit. Ravi puudumisel võib haigus lõppeda mõnikord surmaga.

Laboratoorne diagnostika. Fekaalsest materjalist valmistatud äigepreparaatide mikroskopeerimine.

HULKRAKSETE ORGANISMIDE PÖLVNEMISEST

Loomade evolutsioon ei jäänud ainuraksete tasemele — aromorfooside tulemusena kujunesid hulkraksed organismid. Ainuraksete organismide arenemine seejuures jätkus. Tänu idioadaptatsioonidele kohastusid nad erinevate keskkonningimustega ja on ilma oluliste muutusteta eksisteerinud juba miljoneid aastaid.

Hulkraksete tekkimine on eeldatavasti seotud orgaanilise maailma ühe olulisema aromorfoosi — lootelehtede kujunemisega. Tõenäoliselt kujunesid primitiivseimad hulkraksed kolooniaid moodustavate viburloomade vormidest, mis on analoogsed kaasaegsete kerasviburlastega. Kerasviburlase koloonias võib rakkudel kujuneda tööjaotus — näitena sobib suguliste rakuvormide tekkimine koloonia sees. Kuid ka kõige keerukam ainuraksete koloonia on ühekihiline, kõige primitiivsemad hulkraksed — käsnad ja ainuõõssed — aga kahekihilised.

Mitmekihilisuse teket selgitada üritavaid hüpoteese on loodud mitmeid. Saksa bioloog **E. Haeckeli** teooria (1874), mis lähtus embrüoloogilistest andmetest, väitis, et iga organism läbib oma ontogeneesis staadiume, mis läbiti tema ürgsete esivanemate fülogeneesi käigus (biogeneetiline reegel). Tema arvates vastab sügoodi staadium ainuraksele seisundile fülogeneesis, blastula staadium aga kerakujulisele kolooniale. Seejärel kujunes osas kolooniates mitmekihilisus (eeldatavasti koloonia seina sissesopistumise teel, nagu see toimub süstikkala ontogeneesis). Sellist hüpoteetilist kolooniat nimetas E. Haeckel sarnasuse tõttu gastrula staadiumiga gastreaks. Kogu teooria sai aga tuntuks kui gastrea-teooria. Vaatamata käsitluse mehhanistlikkusele oli gastrea-teoorial suur mõju bioloogilise mõtte arengule.

I. Metchnikoff esitas 1886. a. teooria, mis arvestas mitmeid uusi võrdleva embrüoloogia, võrdleva anatoomia ja füsioloogia fakte. I. Metchnikoff uuris alamate hulkraksete ontogeneesi ja näitas, et nende gastrula ei teki mitte invaginatsiooni, vaid eeskätt immigratsiooni teel. Ta oletas, et kerasviburlase tüüpi kolooniates osa rakke kaotas viburid ja migreerus koloonia sisse. Toidu haaramine eeldas aktiivset tegutsemist, mis viis organismi polariseerumisele: ühe piirkonna (eesmise) rakud hakkasid vastutama liikumisfunktsiooni eest, nii kujunes kinetoblast; vastaspiirkonna (tagumise) rakud spetsialiseerusid toiduosakeste haaramisele, kasutades ära liikumisel tekkivaid veekeeriseid, mis kannavad toidu kohale — nii kujunes fagotsütoblast. Toidu transpordiks üle keha

migreerus osa fagotsütoblasti rakkudest kehaõõnde. Suuremate toiduosakeste haaramiseks kujunes eriline ava — suu. Selline hüpoteetiline organism sarnaneb käsnade ja ainuõssete vastsetega. Metchnikoff nimetas sellise organismi algul parenhümellaks, hiljem fagotsütellaks, kogu teooria — fagotsütella-teooriaks.

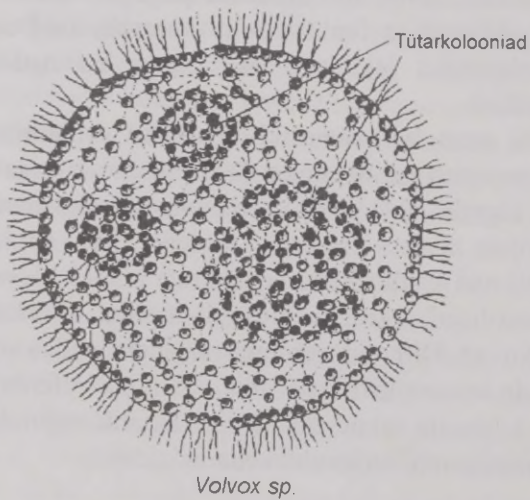
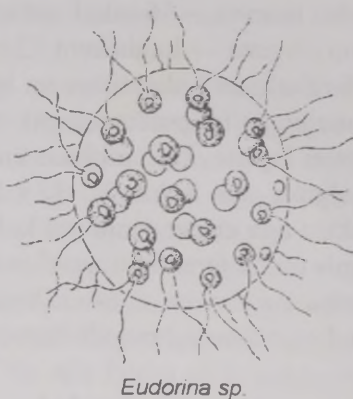
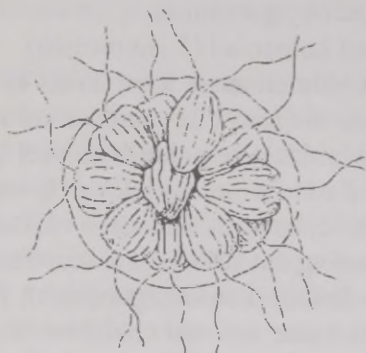
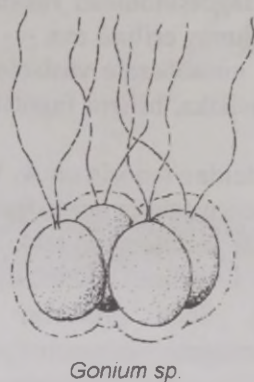
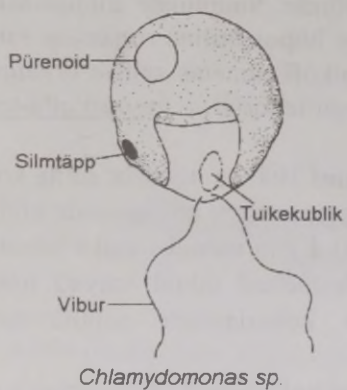
Kolmas vaadeldav teooria on **A. V. Zahvatkini** 1949. a. teooria, mille kohaselt hulkrakne loom tekkis nn. palintoomilise peatuse tõttu zoosporide eraldumisel. Eellasraku jagunemisel tekkinud tütararakud jäid mõneks ajaks kontakti. Nii moodustub kriitiline rakumass, mille sees mõned rakud saavad hakata diferentseeruma. Seda protsessi illustreerib koloniaalsete viburloomade eritüübiliste kolooniate olemasolu (joonis 32):

- 1) *Gonium sociale* — liistakviburlase 4-rakulised kolooniad (2 jagunemist);
- 2) *Stephanosphaera fluviatilis* — 8-rakulised kolooniad (3 jagunemist);
- 3) *Pandorina morum* — 16-rakulised kolooniad (4 jagunemist);
- 4) *Eudorina elegans* — hüübekera 32-rakulised kolooniad (5 jagunemist).

Kuni 16-rakulistes kolooniates on iga rakk võimeline arenema uueks kolooniaks (analoogia totipotentsusega). *Eudorina elegans*'i 32-rakuline koloonia enam ise ei lagune, kuid rakkude kunstliku eraldamise puhul saab veel igast rakust alguse uus koloonia. 32-rakulise *Eudorina minoisensi*'e koloonia igast rakust aga ei saa enam uut kolooniat. Selles koloonias on 4 väiksemat rakku, mis on "diferentseerunud" seisundis ning uut kolooniat ei moodusta.

- 5) *Pleudorina californica* — 64–128-rakuline koloonia (6–7 jagunemist). Pooled rakud on võimetud moodustama uut kolooniat, sest nad on diferentseerunud.
- 6) *Volvox sp.* — kerasviburlase koloonias on mitu tuhat rakku, neist 8–16 gooniidi ehk sugurakku, mille abil koloonia paljuneb. Kolooniat moodustavad rakud on oma ehituselt ja funktsioonilt erinevad, kuid enamik neist ei ole võimeline korduvateks jagunemisteks, seega on nad somaatilised ehk vegetatiivsed rakud.

Niisiis rakkude arvu suurenemisel eristuvad eritüübilised rakud, algab morfogenees ja keerustub paljunemine. Diferentseerumisega kaasneb võimetus olla tüvirakk ehk algrakk ehk koloonia moodustaja. Eristuvad sugurakud, mis sisaldavad eri uurijate arvates kas erilist looteplasmata või omavad membraanivalkusid, mille abil nad kontrollivad jagunemist ja rakkudevaheliste kontaktide kujunemist. Somaatilised rakud saavutavad lõpliku diferentseerumise astme, vananevad ja hukuvad. Diferentseerumine saab alata alles siis, kui koloonia on saavutanud rakkude teatava kriitilise hulga. Esimene diferentseerumine (*Metazoa* teke) eristab koloonia rakud initsiaalseteks ehk sugurakkudeks (nn. surematud idurakud) ja somaatilisteks ehk keharakkudeks.



Joonis 32. Viburloomade tüübid.

SUBREGNUM: METAZOA — HULKRAKSED

I. SUPERDIVISIO: *Parazoa* — KÕRVALHULKRAKSED

PHYLUM: *Spongia* (*Porifera*) — KÄSNAD

Hõimkonna iseloomustus.

Kaua vaieldi selle üle, kas käsnade puhul on tegu taimede või loomadega. Käsnad (umbes 4500 liiki) on enamasti merede ja ookeanide asukad, väike arv liike elab magevees. Enamasti on nad kinnitunud substraadile. Käsnad võivad moodustada kolooniaid.

Käsnad moodustavad loomariigis omaette ülempõhikonna (*Superdivisio: Parazoa* — kõrvalhulkkrased). Sellise jaotuse aluseks on käsnade ontogeneesi iseärasus — nn. **lootelehtede ümberpöördumise** nähtus. Kõrvalhulkkrasetel ei ole veel tõelisi kudesid ega elundeid. Käsnade hõimkonnas on kolm klassi:

1. *Classis: Demospongia* — päriskäsnad
2. *Classis: Calcispongia* — lubikäsnad
3. *Classis: Hyalospongia* — klaaskäsnad

Käsna keha pinnal on näha palju pisikesi avavusi — need on käsna **pooride** välisavad. Poori moodustab üks rakk — **porotsüüt**. Läbi pooride toimub vee ja orgaaniliste osakeste sisenemine käsna õõnde. Vesi väljub heiteava kaudu.

Käsnade **keha** koosneb kahest kihist — ektodermist ja entodermist, mille vahele jääb sültjas tugilamell — mesoglöa ehk vahehüüvend (lad. k. *mesogloea*, kr. k. *glia* — liim).

Ektoderm, käsna väline kiht, koosneb pinakotsüütidest (kr. k. *pinakos* — taldrik), lamedatest kõrvuti asetsevatest rakkudest (joonis 33).

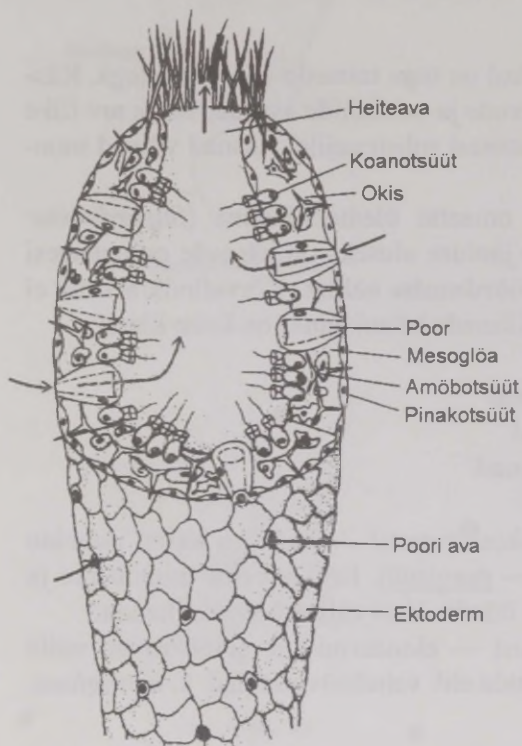
Mesoglöa koosseisus on mitmeid rakutüüpe:

- a) arheotsüüdid ehk algrakud — suured diferentseerumata amööbjad rakud, mida kasutatakse toitainete reservuaaridena ja millest võivad tekkida kõikvõimalikud käsna rakud;
- b) sugurakud;
- c) pigmendirakud;
- d) skleroblastid ja spongioblastid — toest moodustavad rakud. Toese orgaaniliseks komponendiks on spongiin (valguline substants), anorgaaniline komponent — okis ehk spiikul (lad. k. *spicula*) koosneb lubja või räni kristallidest (joonis 34).

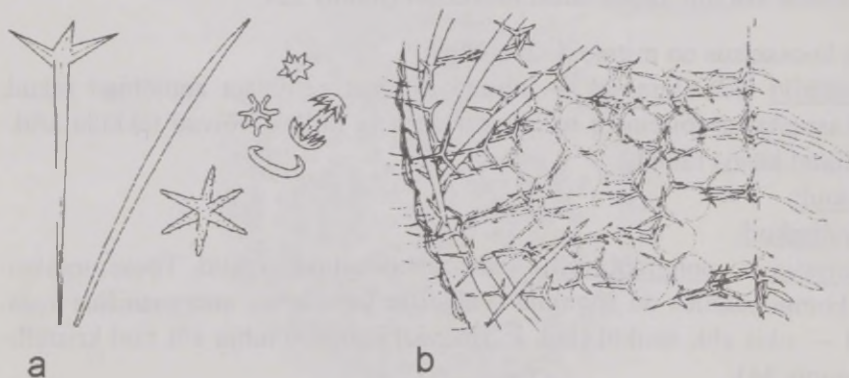
Entodermi koosseisu kuulub samuti mitmesuguseid rakke:

- a) koanotsüüdid ehk kaelusrakud (kr. k. *choano* — lehter) — lehtrikujulise kaelusega ja ühe viburiga rakud, mille ülesandeks on toidu haaramine ja seedimine;

b) liikumisvõimelised amöbotsüüdid, mis võivad asetseda ka mesoglöas. Amöbotsüütide ülesandeks on samuti toidu seedimine — tegemist on rakusisese seedimisega; spetsialiseeritud seedesüsteem puudub.



Joonis 33. Käsna ehitus.



Joonis 34. Käsnade okised: a — erikujulisi okiseid, b — okiste paigutus lubikäsnas.

Käsnade rakud on suurel määral iseseisvad ja täidavad kindlat funktsiooni üksteisest sõltumatult, moodustamata koena talitlevaid püsistruktuure. Vaid koanotsüütide kiht moodustab midagi koetaolist (võrreldav katteepiteeliga), kuid ka

siin on rakkudevaheline seos nõrk ja ebapüsiv. Koanotsüüdid võivad näiteks kaotada viburid ja laskuda mesogloasse, kus muutuvad amöbotsüütideks. Mõnedel käsnadel on mesogloas leitud tähekujulisi rakke, mis ühinevad omavahel jätkete abil ja saadavad jätkeid ka ekto- ja entodermi. Selliseid rakke peetakse närvirakkudeks. Ekskretsioon ja respiratsioon toimub läbi keha seina.

Käsnade sigimine.

Käsnad sigivad nii **sugulisel** kui **sugutul** teel. Sugurakud tekivad mesogloas arheotsüütidest. Valminud spermatosoidid väljuvad käsnast ja viljastavad teiste käsnade küpseid munarakke. Vastse vorme on käsnadel kaks: 1) ühekihiline põiekesekujuline (ülemine pool pisikestest viburitega rakkudest, alumine pool suurtest rakkudest) — amfiblastula ehk erinevane põisloode; 2) kahekihiline (suured rakud massina sees, väikesed viburitega rakud ümberringi) — parenhüümula. Käсна ripsvastset on kuni 1 mm pikkused ja võimelised viburite abil ujuma. Pärast ripsvastse kinnitumist substraadile toimub ainult käsnadele omane lootelehtede kohavahetus. Vastse ektodermaalse kihi viburarakud migreeruvad rakumassi sisse, muutudes koanotsüütideks. Vastse väliskihi all asuvad entodermi rakud, vastupidi, ilmuvad pinnale ja moodustavad käсна ektodermi ning mesogloa.

Sugutu sigimine toimub käsnadel välispungade (soriitide) ja sisepungade (gemmalite) abil. Pungad tekivad käsnade sees arheotsüütide kogumitest.

Käsnad on hämmastava **regeneratsioonivõimega**. Pesukäsnade (*Euspongia officinalis*) kunstlikul kasvatamisel lõigatakse käsn tükkideks ning kultiveeritakse sobivates kohtades mere põhjas.

Käsnade praktiline tähtsus.

Käsnade tähtsus looduslikes ökosüsteemides on märkimisväärne: käsnad puhastavad veekogusid kõdunevatest orgaanilistest jäätmetest, bakteritest ja planktonist (biofiltratsioon).

Paljud käsnad eritavad keskkonda mürgiseid ühendeid, mis surmavad ainurakseid saakloomi. Käsnadest valmistatud tõmmised on antibiootilise toimega. Käsnade mürkained võivad põhjustada püsisoojastel loomadel lämbumist ja erütrotsüütide hävimist. Valge hiire surmamiseks on küllaldane viia tema kõhuõõnde 0,5 ml magevee-käсна tõmmist, kusjuures surm saabub 3–6 tunni pärast. Kõigusoojased loomad (konnad, kalad) ei ole käsnade mürkainete suhtes tundlikud. Mõningad soojades meredes elavad käsnad võivad põhjustada inimestel nahalöövet. Mere põhja ladestunud okised võivad esile kutsuda naha kõrvetusi ja sügelemist. Mõnedes käsnarikastes piirkondades peetakse seda kalurite kutsehaiguseks.

Päriskäsnade (*Cl. Demospongia*) spongiin sisaldab joodi, mistõttu käsnad olid keskajal kasutusel kilpnäärmehaiguste ravis. Tänapäeval kasutatakse käsnasid rahvameditsiinis reumatismi ravimisel (näiteks järvekäсна *Spongia lacustris*).

Pesukäsnasid on ammustest aegadest kasutatud keha pesemisel (*Euspongia officinalis* — pesukäsn, *Hippospongia communis* — harilik hobukäsn). Lubikäsnad (*Cl. Calcispongia*, näit. *Ascetta primordialis*) on kõik merelised organismid ning neid on kasutatud ehte ja metallnõude lihvimisel. Klaaskäsnade (*Cl. Hyalospongia*)

orgaanilisest ainest vabastatud räniskelette kasutatakse ilustusena (*Euplectella aspergilium* — veenuskorv).

Farmaatsia-, kosmeetika- ja sigaretitööstuses kasutatakse käsnasid nende omaduse tõttu imada aineid ja väljastada neid väikeste portsjonitena. Seetõttu mõjub kreem, ravim jne. kauem. Käsnad korjatakse, eraldatakse mürgid ja peenestatakse. Saadakse nn. mikrokäsnad, mida kasutatakse salvide, kreemide, habemeajamisvahendite jt. kosmeetikaproduktide koostises. Käsnadele leitakse rakendust ka repellentide (putukate tõrjevahendid) koostises.

II. SUPERDIVISIO: *Eumetazoa* — PÄRISHULKRAKSED

DIVISIO: *Radiata* (*Radialia*) — KIIRLOOMAD

PHYLUM: *Coelenterata* (*Cnidaria*) — AINUÕÕSSED

Hõimkonna iseloomustus.

Ainuõõssed on pärishulkkraksete seas kõige madalama organisatsiooniga loomad. Ainuõõssete keha koosneb kahest rakukihist — **ektodermist** ja **entodermist**, mille vahel on õhem või paksem rakkudeta kiht — **mesoglöa** ehk vahelihvend (joonis 36). Mesoglöa toetab ekto- ja entodermi epiteliaalseid rakke ja on nende lihasjätkele kinnituskohaks. Oma nimetuse on ainuõõssed saanud sellest, et neil on ainult üks õõs, mida nimetatakse **gastraalõõneks**. Kõik ainuõõssed on veeloomad ja elutsevad eeskätt meredes. Nende keha on radiaalsümmeetrilise ehitusega. Ainuõõssed võivad eksisteerida üksikorganismidena või moodustada kolooniaid. Üksikorganismidena esinevad nad kas polüübi või meduusina. **Polüübid** on väheliikuvad või kinnitunud loomad, kes sageli moodustavad kolooniaid. **Meduusid** on ujuvad üksikorganismid.

Ainuõõsseid on umbes 900 liiki. Mõõtmelt on nad väga erinevad — alates mõne millimeetri pikkustest hüdralaadsetest kuni hiiglaslike meriseenteni *Cyanea arctica*, kelle kombitsad on kuni 30 m pikad.

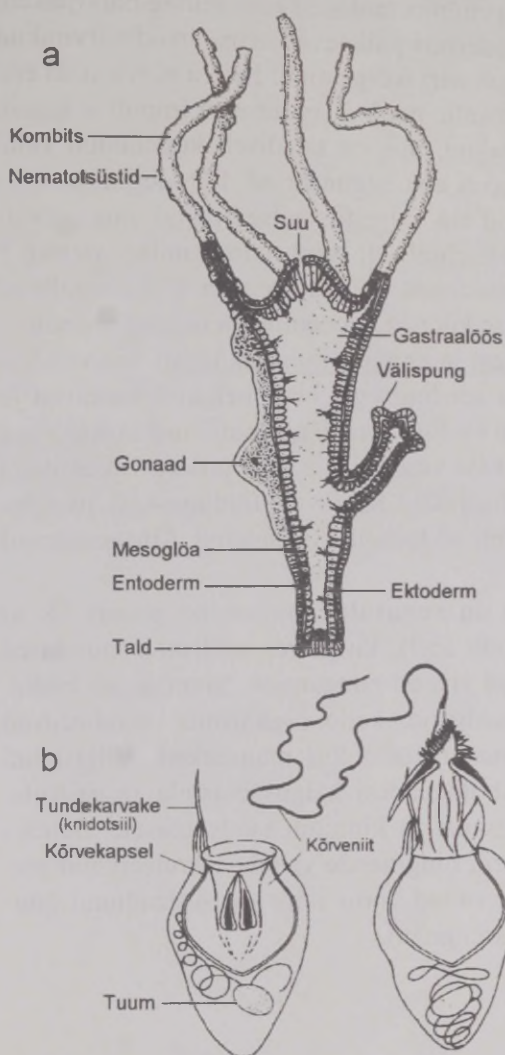
Ainuõõssete hõimkonnas on kolm klassi:

1. *Classis: Hydrozoa* — hüdraloomad
2. *Classis: Scyphozoa* — karikloomad
3. *Classis: Anthozoa* — õisloomad ehk korallid

1. *Classis: Hydrozoa* — hüdraloomad

Hüdraloomade esindajaks on *Hydra vulgaris* — harilik hüdra (joonis 35, a). Hüdrapolüübi keha on silinderjas. Talla abil kinnitub polüüp merepõhja, vee- tai mede, limuste kodade jne. külge. Koloonialistel vormidel ühendab tald polüüpi kolooniaga. Polüübi keha eesotsas asetseb kombitsatest ümbritsetud suuava. Polüübi siseehitus on väga lihtne — tal on kahekihilise koti kuju. Väljast on polüüp kaetud ektodermi rakkude kihiga, gastraalõõs on üleni vooderdatud

entodermiga. Mesoglöa eraldab sisemist ja välimist rakkude kihti kogu hüdra-loomade keha ulatuses, välja arvatud talla keskosas.



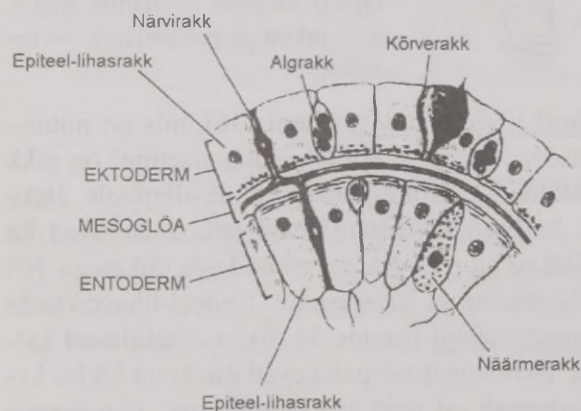
Joonis 35. Hüdrapolüübi ehitus. *Hydra vulgaris* — harilik hüdra: a — pikilõige polüübist, b — nematotsüst.

Ektoderm on moodustunud epiteel-lihasrakkudest (joonis 36), mis on mitmetahulise prisma kujulised ja asetsevad üksteise kõrval. Raku sisetipul on pikk jätke, mille üks haru suundub polüübi kehas ülespoole ja teine allapoole. Jätke sees asetseb peenike lihaskiud. Sellised kokkutõmbuvad jätked lähtuvad ka entodermi rakkudest, kusjuures jätked on risti ektodermi rakkude jätketega. Nii saab võimalikuks kombitsate pikenemine ja lühenemine. Epiteel-lihasrakkude vahel asuvad kõrverakud ehk nematotsüstid (joonis 35, b), mis talitlevad kal- laletungi- ja kaitsestruktuuridena. Nematotsüstid paiknevad üle kogu hüdra keha, välja arvatud tald, kõige arvukamalt on neid aga kombitsates. Ektodermis paiknevad hajusalt erilised närvirakud, mis on omavahel ühenduses peenikeste

jätketega, moodustades nii võrkja närvisüsteemi. Eristatakse motoorseid ja sensoorseid närvirakke. Närvirakkude võrk on tihedam kombitsate tippudel ja suuava ümber, kus moodustub midagi närvirõnga taolist. Teine selline närvijätke kontsentreerumine ilmneb tallas. Entodermis paiknevad sensoorsed närvirakud moodustavad seal teise, vähemarenenud närvivõrgustiku. Hüdra närvirakud erinevad kõrgemate loomade neuronitest selle poolest, et juhivad impulsse igasse suunda. Ektodermis kujunevad sugurakud, mis on tavaliselt koondunud keha taga- või keskossa, moodustades gonaadi ehk sugunäärme. Ektodermis asetsevad ka erilised diferentseerumata rakud ehk interstitsiaalsed rakud, mis on väikesed ja ümmarguse kujuga, sisaldavad suhteliselt suurt tuuma, milles asetseb 1 või 2 tuumakest. Interstitsiaalsetest rakkudest võivad areneda kõikvõimalikud hüdra rakutüübid, nende abiga tagatakse kudede uuenedmine ja regeneratsioon.

Entoderm koosneb näärmerakkudest ja epiteel-lihasrakkudest, mis vooderdavad gastraalõõnt ja on seotud toidu seedimisega. Näärmerakud toodavad ja eritavad proteolüütilisi ensüüme, mille abil gastraalõõnde sattunud saakloomad lagundatakse. Rakkudel on 2–5 peenikest viburit, mis oma pideva liikumisega segavad gastraalõõne sisu. Epiteel-lihasrakud haaravad toiduosakesi pseudopoodide ehk kulenditega, edasine seedimine toimub rakusiseselt. Mitteseeduvad osakesed väljutatakse suu kaudu.

Ainuõssete paljunemine toimub nii **sugutult** (pungumine, joonis 35, a) kui **suguliselt** (viljastatud munarakkude abil), kusjuures mõlemad moodused võivad toimuda samaaegselt. Tavalisem viis on pungumine. Suurem osa hüdradest on lahusugulised, kuid esineb hüdrasid, kelle organismis moodustuvad interstitsiaalsetest rakkudest nii spermatotsüüdid kui münarakud. Viljastatud münarakust moodustuvad edasise embrüogeneesi käigus blastula ja gastrula, seejärel embrüo eraldub vanemorganismist ja kinnitub uuele alusele. Selleks ajaks on moodustunud ekto- ja entoderm ning nende vahele sekreteerunud mesogloa. Noorest hüdrast areneb täiskasvanud vorm ilma vastestaadiumi läbimata (selles seisneb erinevus käsnade arenguga).



Joonis 36. Hüdrapolüübi rakuline ehitus. *Hydra vulgaris* — harilik hüdra. Sektor polüübi ristlõigust.

- **Praktiline töö nr. 8.** *Hydra vulgaris* — harilik hüdra. Totaalpreparaat. Püsipreparaat.
- **Praktiline töö nr. 9.** *Hydra vulgaris* — harilik hüdra. Pikilõige. Püsipreparaat.
- **Praktiline töö nr. 10.** *Hydra vulgaris* — harilik hüdra. Ristlõige. Püsipreparaat.

Hüdromeduus, hüdraloomade teine põhivorm, on mõnevõrra keerulisema ehitusega. Väliselt on ta läbipaistva ketta või kellukese kujuline. Keha (kummiku) sisekülje keskelt ripub alla kõlk ehk manuubrium, mis lõpeb suuavaga. Suu viib makku, millest lähtub neli radiaalkanalit, mis omakorda suubuvad ringkanalisse. Nii moodustub gastro-vaskulaarsüsteem ehk soole-ringesüsteem. Kummiku serval paiknevad kombitsad, mis on tihedalt täis kõrverakke, ja meeleeelundid. Meeleeelunditeks on statotsüstid (tasakaaluelundid) ja silmad. Kummiku siseküljel on rõngakujuline puri, mis ahendab kummikualust ruumi. Meduus liigub reaktiivi põhimõttel, tõugates kummiku serva ringlihaste kokkutõmbega vett kummiku alt välja. Närvisüsteem kujutab endast kahte närvirõngast, millest välimine (sensoorne) kulgeb kombitsate aluste läheduses, sisemine (motoorne) närvirõngas asub purje põimikus, kus ta innerveerib ringlihaskiude. Meduuside mesogloa on veerikas, mis muudab loomad raskesti märgatavaks.

2. Classis: **Scyphozoa** — karikloomad

Karikloomade klassi esindajatel on samuti selgesti eristatavad polüübi ja meduusi staadiumid. Polüübid on väga väikesed (mõne mm suurusel). Karikmeduusid (sküfomeduusid) on väliselt väga sarnased hüdromeduusidega, kuid tunduvalt suuremad. Üheks tavalisemaks ja laiemalt levinud liigiks on meririst ehk millimallikas (*Aurelia aurita*), kes elab kõigis paras- ja troopikavöötme meredes, ka Läänemeres. Vaikses ookeanis (Jaapani meres ja Kuriili saarte ümbruses) elutseb meduus *Gonionemus vertens* (15–25 cm), kelle kõrvetus võib inimesel põhjustada eluohtliku mürgistuse.

3. Classis: **Anthozoa** — õisloomad (korallid)

Korallide ehk **õisloomade** alamklassi — *Octacorallia* — kaheksikkorallid —, kuuluvad kolooniaid moodustavad polüübid, kellele on iseloomulik tugeva skeleti olemasolu. Punasest vääriskorallist (*Corallium rubrum*) valmistatakse ehteid. Teise alamklassi — *Hexacorallia* — kuusikkorallide suured üksikesindajad meenutavad lilli. Atlandi ookeanis levib ulatusliku areaaliga hobumerirooms (*Actinia equina*).

III. SUPERDIVISIO: *Bilateria* — KAHEKÜLGSED
DIVISIO: *Protostomia* — ÜRGSUUSED
I. PHYLUM: *Plathelminthes* — LAMEUSSID

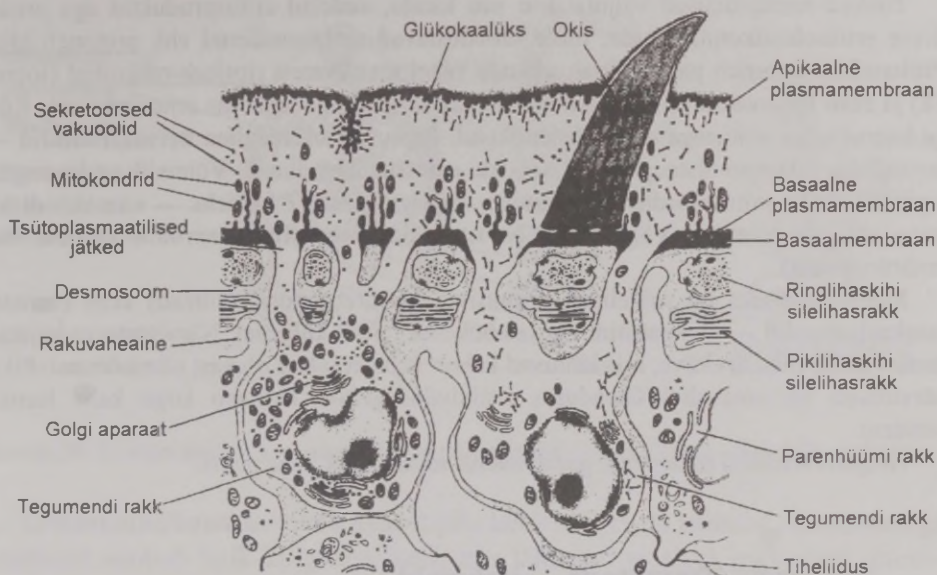
Höimkonna lühiiseloostus.

Lameusse on umbes 7300 liiki. Nad elutsevad nii mere- kui magevees, samuti pinnases. Paljud lameussid on tüüpilised välisnugilised (ektoparasiidid) või siseparasiidid (endoparasiidid). Lameusside koed ja elundid arenevad kõigist kolmest lootelehest — ektodermist, entodermist ja mesodermist. Ehitusplaanilt on nad bilateraalse sümmeetriaga ehk kahekülgsed (neil on selgmine ja kõhtmine, parem ja vasak kehapool). Lameussidel puudub kehaõõs — nad on **atsöloomsed** organismid. Keha sisemust täidab parenhüüm ehk tülbkude, milles asetsevad siseelundid. Seede-, eritus- ja närvisüsteem on lameussidel lihtsustunud ehitusega, seevastu suguelundkond on väga keerukas. Lameussid on reeglina **hermafrodiitsed** — samas organismis asuvad nii emas- kui isassuguelundid. Oluline on, et iga kahe suguküpse isendi kohtumine tagaks viljastumise. Hermafrodiitsust ei saa alati pidada kohastumuseks iseviljastumisele, sest enamikul hermafrodiitidest on ehituslikud ja füsioloogilised tõkked, mis takistavad iseviljastumist.

Lameusside keha katab keerukas kompleksstruktuur — **tegument** (lad. k. *tegumentum* — katend), mis on pealt kaetud glükokaalüksiga (joonis 37). Tegumendi moodustavad epiteliaalsete rakkude jätked, mis on liitunud laatrakuliseks kihiks ehk süntsüütiumiks. Katend piirneb ülalt apikaalse ja alt basaalse plasmamembraaniga ning basaalmembraaniga. Süntsütiaalse kihi all, parenhüümisse sukeldunult, paiknevad epiteelirakkude kehad koos tuumadega ja silelihasrakkudest ring-, diagonaal- ja pikilihaskihid. Tegumendi rakud sisaldavad mitokondreid, ribosome, endoplasmaatilist retiikulumi ja mitmeid sekretoorseid vakuole.

Katendil on hulk funktsioone:

- a) kaitsefunktsioon,
- b) toitainete imendumine (paelussidel ka pinotsütoos),
- c) teatud ainete (näiteks ensüümide) sünteesimine ning sekretsioon,
- d) eritus- ja osmoregulatsioonivõime,
- e) sisaldab mitmesuguseid tunderetseptoreid.



Joonis 37. Imiussi tegumendi ehitus elektronmikroskoopia andmetel.

Lameussid on reeglina **biohelmendid**, s.t. nende arenguks on vaja peale lõpp-peremehe veel vaheperemehe, mõnikord ka lisaperemehe olemasolu, kusjuures vaheperemeestes võib toimuda parasiidi sugutu paljunemine. Lõpp-peremees haigestub harilikult nakatunud vaheperemehe, lisaperemehe või nende kudesid süües.

Kursuse raamides leiavad käsitlemist kolme klassi esindajad: ripsussid, imiussid ja paelussid (vt. ka süstemaatiline ülevaade).

1. Classis: *Turbellaria* — ripsussid

Ripsusside iseloomustus.

Klassi kuulub umbes 1500 liiki vees (harvemini niiskes pinnases) vabalt elutse-
vaid organisme. Tüüpiliseks esindajaks on piimjas valgelamelane.

• *Dendrocoelum lacteum* — piimjas valgelamelane. Lamelase keha (pikkus 15–26 mm, paksus 6 mm) on kaetud ripsmetega (liikumiselund) ja tegumendiga. Katendi epiteelirakkude vahel asetsevad üherakulised näärmed ehk rabdiidid ehk pinnused, mis toodavad lima. Epiteelis võivad esineda ka kõrverakud, mis arvatakse pärinevat ripsusside poolt söödud ainuõssetest. Keha sisemust täidab parenhüüm ehk tülbkude, milles asetsevad siseelundid.

Suu asetseb kõhtmisel küljel umbes tagumise kolmandiku kohal. Järgneb neel ja umbne kolmeharune sooltoru (üks haru ette-, kaks tahapoole). Neel ja sool on väljasopistuvad.

Tahked toidujäänused väljutatakse suu kaudu, vedelad eritusproduktid aga primitiivse erituselundkonna kaudu, mille moodustavad umbtoruneerud ehk protonefriidid. Protonefriid koosneb parenhüümi rakkude vahel asetsevatest ripsleek-rakkudest (joonis 38) ja neist lähtuvatest erituskanalistest, mis avanevad keha tagaosas eritusurbetena. Kõige keerulisema ehitusega on suguelundkond. Ripsussid on reeglina **hermafrodiidid** — organismis esinevad üheaegselt nii isas- kui emassuguelundkond. Võimalik on ka sugutu sigimine (keha mitmekordne pooldumine või lagunemine tükkideks — enesekõndistumine ehk autotoomia). Väga tugev on ripsusside regeneratsioonivõime (somaatiline embrüogenees).

Meeleelunditeks on suhteliselt primitiivsed fotoretseptorid (silmad) keha eesosas, tasakaaluelundid — statotsüstid, haistelohukesed “pea” külgedel. Närvisüsteem kujutab endast kahte pikinärvitüve, mis lähtuvad kahest keha eesotsas olevast närvisõlmest. Pikinärvitüved on omavahel ühenduses ristikiududega — kujuneb kogu keha haarav süsteem.

Hingamiselundid puuduvad, gaasivahetus toimub läbi keha pinna.

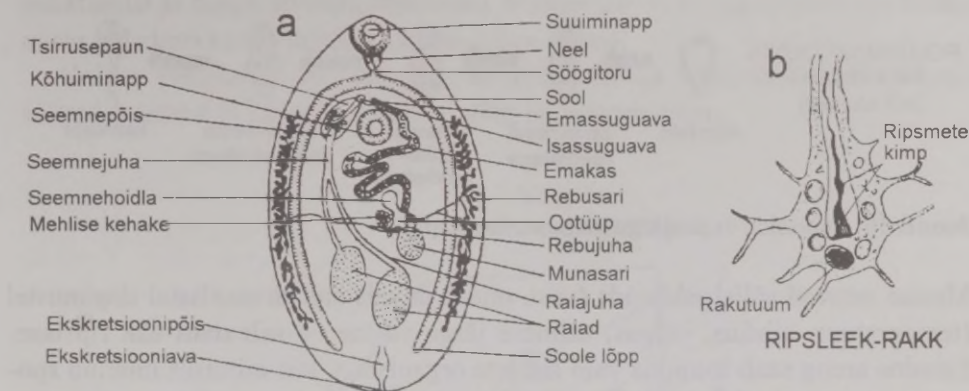
2. Classis: *Trematoda* — imiussid

Imiusside iseloomustus.

Imiusside ehk **trematoodide** nimetus tuleneb kreeka keelest (*trema* — pilu). Keha eesosas asub suuiminapp ja tavaliselt keha keskosas kõhtmisel küljel — kõhtmine iminapp. Tegu on parasiitidega, kes täiskasvanuna elavad selgroogsete loomade ja inimese kehas, vastsetena aga valdavalt limustes. Nad on kohastunud eluks peaaegu kõigis selgroogsete kudedes ja elundites. Iga ussiliik seejuures on kohastunud konkreetsele peremeesliigile ja peab rangelt kinni paiknemiskohtadest. Enamasti elavad nad loomade seedekulglas, maksas ja kõhunäärmes; mõned rühmad on kohastunud eluga hingamiselundeis, erituselundeis, veresoontes, silmades, ninaõõnes, nahaalustes kudedes ja ajus. Tekitavad haigused kannavad üldnimetust **trematodoosid**. Igal konkreetssel trematodoosil on oma nimetus, mis tuletatakse parasiidi ladinakeelsest nimetusest. Kõiki trematodoose diagnoositakse fekaalse materjali mikroskoopilise uurinuga (munade morfoloogiliste iseärasuste alusel).

Imiusside **keha** on lame, lehekujuline ja läbipaistmatu. Kudedes asuvate isendite keha võib muutuda ümaraks või piklikuks. Keha katva tegumendi all paiknevad siseelundid, mille vahed on täidetud parenhüümiga — hõreda sidekoerakkude massiga. Siseelundkond (seede-, eritus- ja närvisüsteem) on lihtsus- tunud, suguelundkond on väga keerulise ehitusega.

Seedeelundkond (joonis 38, a) algab suuavaga keha eesotsas, suuiminapa põhjas. Suuava viib neelu, mis läheb üle söögitoruks. Viimane jaguneb kaheks umbselt lõppevaks sooletüveks. Toidujäänused eemaldatakse suu kaudu.



Joonis 38. Imiussi ehitus: a — siseelundite paiknemine, b — ripsleek-raku ehituse skeem.

Erituselundkond koosneb kahest piki keha kulgevast kanalist. Kummassegi kanalisse suubub hulk külgkanalikesi, mis lähtuvad ripsleek-rakkudest (protonefriidne eritussüsteem, joonis 38, b). Pikikanalid suubuvad põide, mis avaneb keha tagaosas eritusurbena.

Närvisüsteem koosneb keha eesosas neelu kõrval paiknevatest närvitähtedest, millest lähtuvad kaks närvitüve.

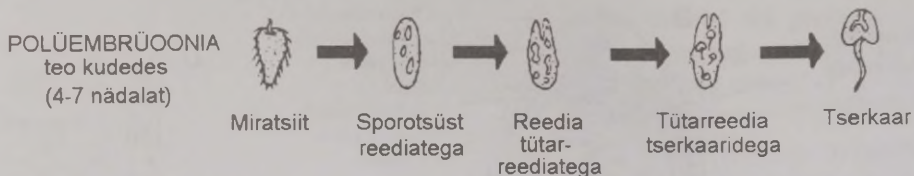
Suguelundkond hõlmab suurema osa kehast. Isassuguelundkond koosneb kahest seemnesarjast ehk raiast. Neist väljuvad raiajuhad suubuvad ühisesse seemnejuhasse, mille lõpposas (sugutuspauas) asub tsirrus ehk väädiksuguti. Sugutuspauas asuvad ka eesnäärmed ja seemnepõieke. Isassuguava asub kõhtmisel küljel kõhtmise iminapa ees. Emassuguelundkond koosneb munasarjast, munajuhast, ootüübist ehk munatekitist, emakast, rebusarjadest, rebujuhadest, koorenäärdest (Mehlise keha) ning seemnehoidlast. Ootüübis toimub munarakkude viljastumine ja munade kujunemine. Mikroskoopiliste munade koor on mitmekihiline, ühel poolusel asub kaaneke. Emakas lõpeb kõhtmise iminapa ees asuva emassuguavaga.

Arenemine toimub põlvkondade vaheldumise ja peremeeste vahetusega. Vaheperemehi võib olla mitu. Esmasteks vaheperemeesteks on limused, sekundaarseteks võivad olla limused, rööngussid, vähid, putukad, kalad, kahepaiksed. Lõpp-peremehe organismis muutub parasiit suguküpsaks.

Põlvkondade vaheldus (joonis 39) seisneb selles, et esineb mitmeid erineva morfoloogiaga vastse vorme, kusjuures osa neist on ka paljunemisvõimelised (partenogeneetiliselt). See protsess (**polüembrüoonia**) suurendab paljukordselt parasiidi viljakust, viimane omakorda peremeeste nakatumise võimalust.

♂ seemnesari → raiajuhad → seemnejuha → tsirrus
on ka eesnäärmed ja seemnepõieke.

munasari → munajuha → ootüüp → emakas → rebusari → rebujuha → koorenäärde ning seemnehoidla.



Joonis 39. Imiusside vastsejõrgu paljunemise etapid.

Munad satuvad väliskeskkonda (vesi, muld) ja neis areneb soodsatel tingimustel (temperatuur, niiskus, valgus) esimese jõrgu vastne — **miratsiit** ehk riplane. Edasine areng saab toimuda vaid limuste organismis, kus miratsiit muutub **sporotsüstiks** ehk kotlaseks. Sporotsüstis arenevad järgmise staadiumi vastsed — **reedid** ehk soollased (itaalia bioloogi F. Redi auks). Reediate sees tekivad kolmanda staadiumi vastsed — **tserkaarid** ehk hõndlased (kr.k. *kerkos* — saba). Tserkaarid väljuvad vaheperemehest ja on ujumisvõimelised. Hõndlased on võimelised tungima peremehe kehasse end läbi naha puurides — neil on ogad ning näärmel, mis eritavad kudesid lagundavaid aineid. Ühest miratsiidist võib lõpptulemusena tekkida kuni 600 tserkaari. Hõndlased võivad kinnituda ka veetaimedele — siis kaob saba ja keha kattub kestaga — tekib **metatserkaar** ehk **adoleskaar** või tagahõndlane ehk ümmistunud hõndlane. Lõpp-peremees nakatub tavaliselt metatserkaare sisaldava toidu ja veega.

• ***Fasciola hepatica*** — tavaline maksakaan ehk maksakakssuulane (joonis 40) elab sugukõpsena lammaste, kitsede, veiste, põhvlite, kaamelite, sigade, hobuste ja mõnede nõttiliste maksa sapikõikudes. Võib parasiteerida ka inimesel. Valmiku kehapiikkus on kuni 30 mm, laius 8–13 mm. Parasiidi poolt põhjustatavat haigust nimetatakse **fastsioloosiks**. Loomad hukkuvad sõveneva kurnatuse ja vesitõve tagajõrgel.

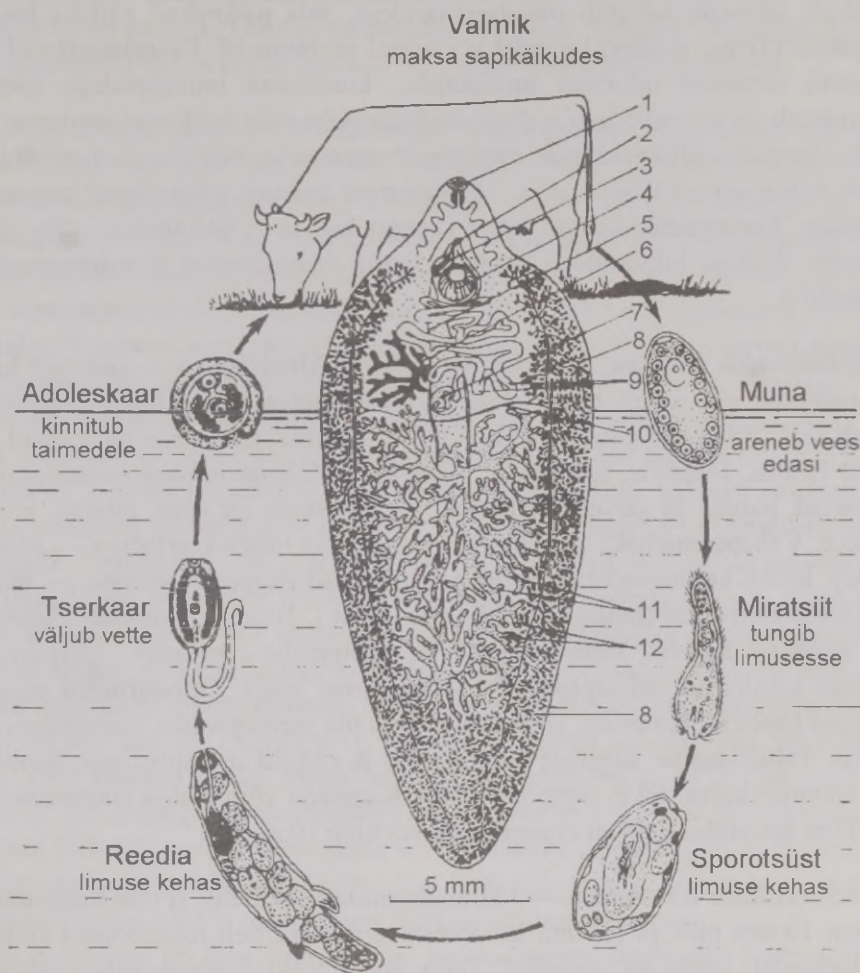
Kaaneakesega munade areng (joonis 40) väliskeskkonnas sõltub niiskusest, temperatuurist ja valgusest, mis aktiveerib kaanese avamiseks vajalikke ensõõime. Munad arenevad temperatuuril 22°C 14–17 pãeva. Munast väljunud miratsiidid on eluvõimelised 24 tundi, mille jooksul peavad nad tungima limuse organismi. Vaheperemeesteks võivad olla võike-sootigu (*Galba truncatula*), mudatigu (*Lymnaea stagnalis*), munajas punntigu (*Lymnaea ovata*) jt. Teos kujuneb sporotsüst, selles reedid ja tserkaarid. Polõembrõoonia teos kestab 4–7 nädalat. Tserkaarid väljuvad vaheperemehe organismist, kinnituvad veealustele taimedele ja muutuvad nakatamisvõimelisteks metatserkaarideks. Inimene võib haigestuda fastsioloosi, juues vett pisiveekogudest või nõtrides soostunud kohtades kasvavat rohtu (nõtteks vesikressi lehti).

Lõpp-peremehes tungivad kestadest vabanenud adoleskaarid sooltoru seinale, edasi kõhuõõnde. Esimesed parasiidid jõuavad maksa 6.–7. pãeval pãrast

soolse seinale → kõhuõõnde → maksa → sapikõikudesse.

nakatumist ja tungivad sapikäikudesse. Maksakaan saab suguküpsaks ja hakkab mune väliskeskkonda eritama umbes 3 kuu pärast.

Haigus põhjustab valusid paremal rindkeres ja eosinofiiliat. Ummistuda võivad sapiteed ja kaasneda hepatiit ning hepatomegalia.



Joonis 40. Maksa-kakssuulase (*Fasciola hepatica*) ehitus ja arengutsükel: 1 — suuiminapp, 2 — suguavad, 3 — tsirrusepaun, 4 — kõhuiminapp, 5 — raiajuha, 6 — munasari, 7 — ootüüp, 8 — rebusarjad, 9 — emakas, 10 — rebujuha, 11 — eesmine raig, 12 — tagumine raig.

□ **Praktiline töö nr. 11.** Maksa-kakssuulane (*Fasciola hepatica*). Sugu-süsteem. Püsipreparaat.

• *Fasciolopsis buski* — Kagu-Aasia levinuim ja tähtsaim seedeelundkonnas elutsev imiuss. Esineb peamiselt Hiinas, Vietnamis, Tais, Indoneesias, Malaisias ja Indias. Sarnasteks liikideks nii epidemioloogia, haiguskulu kui ka ravi poolest on liigid: *Heterophyes heterophyes*, *Metagonimus yokogawai*, *Echinostoma ilocanum* ja *Gastrodiscoides hominis*. Reservuaar-peremeesteks on sead, koerad ja küülikud. Inimene nakatub metatserkaaridega, mis paiknevad näiteks hariliku vesipähkli (*Trapa natans*) kestadel või teistel veetaimedel. Ekstsüsteerunud adoleeskaarid arenevad noorteks imiussideks, kinnituvad iminappadega soolтору limaskestale ja saavad 3 kuu jooksul täiskasvanuks ning hakkavad munema. Elutsükel munade väliskeskkonda sattumisest metatserkaaride moodustumiseni sarnaneb maksa-kakssuulase omaga. Täiskasvanud imiussid põhjustavad peensooles põletikke, haavandeid, hemorraagiat (verejookse ja verevalumeid) ning kõhulahtisust. Raskete juhtumitega kaasneb soolte ummistumine ja märkimisväärne eosinofiilia.

✓ • *Opisthorchis felineus*, *Opisthorchis (Clonorchis) sinensis* — vastavalt kassitagaraiglane ehk siberi tagaraiglane ja hiina maksakaan. Kassi-tagaraiglane esineb peale Siberi ka mujal, sh. Balti riikides. Hiina maksakaan on levinud peamiselt Hiinas, Jaapanis, Koreas ja Vietnamis. Mõlema imiussi esinemiskoldest paiknevad jõgede ja järvede kallastel. Peremeesteks on kass, rebane, koer ja inimene. Vaheperemeheks on mageveeteod (näiteks lombi-keeritstigu — *Bithynia leachi*), kelles kujunevad tserkaarid, kes tungivad lisaperemeestesse — mitmetesse karpkalalistesse (latikas, särg, linask, teib jt.). Toore või halvasti küpsetatud kala söömisel satuvad metatserkaarid lõpp-peremehe organismi. Täiskasvanud imiussid lokaliseeruvad sapipõies ja kõhunäärme juhas. **Opistorhoosi** põdevad inimesed kaebavad palaviku, iivelduse ja valu üle parempoolses roietealuses piirkonnas. Täheldatakse, sagedast oksendamist ja rikkalikku süljeeritust. Sapiteede ummistumise korral tekib sapipõiepõletik. Kaasneda võib maksa suurenemine ja mõnikord kollatõbi. Parasiit elutseb inimeses kuni 10 aastat.

• *Dicrocoelium lanceatum* — väike-ebamaksakaan ehk süstik-kakssuulane on kuni 10 mm pikk ja 2,5 mm lai. Parasiiteerib peamiselt rohusööjatel kodu- ja metsloomadel, harva ka inimestel. Tema arengutsükel nõuab kahte vaheperemeest. Esmane vaheperemees on maismaatigu (*Helicella sp.*, *Zebrina sp.*). Tserkaarid väljuvad teo hingamisavade kaudu ja neid söövad sipelgad (sekundaarsed vaheperemehed, perekonna *Formica* liigid). *Dicrocoelium lanceatum* mõjutab nakatatud sipelgate käitumist nii, et nad jäävad pikemaks ajaks rohukörte külge rippuma, sattudes nii toiduga lõpp-peremehe organismi.

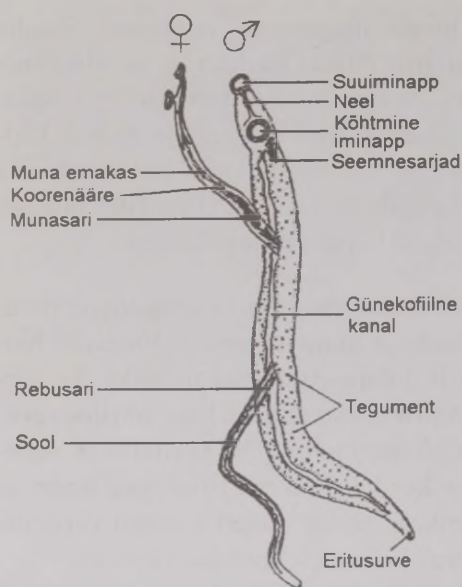
• *Paragonimus westermani* — kopsu-kakssuulane parasiiteerib veiste, sigade ja inimese kopsudes. On levinud koldeliselt Ida-Aasias, Kaug-Idas, Aafrikas ja Ladina-Ameerikas. Tema keha on munajas (pikkus kuni 16 mm). Munad satuvad röga või fekaalidega vette. Vaheperemeesteks on mageveeteod, lisaperemeesteks

mageveelised krabid ja vähid. Miratsiit tungib mageveeteo organismi. Reedia nakatab lisaperemeest, kelle organismis areneb imiuss tserkaariks ja edasi metatserkaariks. Vähiliste lõpustes ja lihastes paiknevate metatserkaaridega nakatubki inimene. Kopsu-kakssuulane saab täiskasvanuks 2–3 kuuga ja elutseb kopsualveoolides. **Paragonimoos** meenutab oma kulult tuberkuloosi. Iseloomulikeks kaebusteks on palavik, köha ja suurenenud röghulk. Haiguse süvenedes muutub röga tumedaks (veri ja usside munad) ning algab kopsu sidekoestumine.

- ✓ • **Genus *Schistosoma* — vereimiussid.** Vereimiussid on lahsugulised intravaskulaarsed parasiidid, kes toituvad loomade ja inimeste verest. Vastavad haigused (**šistosomoosid**) on Aasia, Aafrika ja Lõuna-Ameerika troopika- ja subtroopikamaadel erakordselt laialt levinud. Aafrikas esineb kaks liiki: **harilik vereimiuss** (*Schistosoma haematobium*) — lokaliseerub kusepõie veenides ja **mansoni vereimiuss** (*Schistosoma mansoni*) — kes lokaliseerub jämesoole ümbruse veenides. Viimane esineb ka Lõuna-Ameerikas. Aasias esineb **jaapani vereimiuss** (*Schistosoma japonicum*), kes lokaliseerub peensoole ümbruse veenides.

Vereimiussid on lahsugulised. Munad satuvad väliskeskkonda haige inimese fekaalide või uriiniga. Veas arenevad neist miratsiidid, kes umbes 15 tunni jooksul peavad tungima vaheperemehe (kindlat liiki limuse) kehasse. Limuses arenevad sporotsüstid ja lõpuks tserkaarid. Reediaid ja metatserkaare ei moodustu. Tserkaarid väljuvad limusest ja sisenevad inimese organismi end läbi jalgade või käte naha puurides (suplusel, tööl riisipõllul jne.). Tserkaarid kaotavad saba, sisenevad veresoontesse ja jõuavad maksa portaalveenidesse, kus nad arenevad suguküpsuseni. Täiskasvanud ussid liiguvad liigile iseloomulikesse lokalisatsioonipaikadesse. Isasloom hoiab emaslooma oma keha erilises günekofiilses kanalis (joonis 41). Emasussil areneb korraga üks suur terava ogaga ilma kaaneta muna. Muna tungib läbi veresoone seina ja läbi soole või kusepõie seina ning väljub väliskeskkonda. Ööpäeva jooksul toodab vereimiussipaar 100–300 muna. Soole seina võivad tekkida haavandid, millega kaasneb põletik, verine kõhulahtisus ja kõhuvalu. Kusepõie ja kusejuhade kahjustumisel kaasnevad haavandid ja on võimalik põie kivide moodustumine.

Parasvöötmes on inimestel levinud **tserkarioosne dermatiit** (nahapõletik), mille põhjustajaks on veelindudel (partlased, kajakad) parasiteerivate vereimiusslaste tserkaarid, kes inimese nahas varsti hukkuvad. Siis kaob ka nende poolt tekitatud kihelus ja põletik. Võimalus nakatuda on praktiliselt kõikides Põhja-Ameerika ja Euraasia kesk- ja lõunaosa vaiksveoolulistest veekogudes, kus esineb veelindude kolooniaid.



Joonis 41. Vereimiuss (*Schistosoma mansoni*).

3. Classis: *Cestoda* — paelussid

Paelusside iseloomustus.

Selle klassi esindajate (umbes 1800 liiki) keha meenutab paela (kr. k. *kestos* — pael). Tegemist on parasiitidega, kes suguküpsetena elavad kalade, kahepaiksete, roomajate, lindude ja imetajate kehas. Paelusside pikkus on liigiti väga erinev — mõnest millimeetrist kuni kümnekonna meetrini. Vastsed parasiiteerivad peamiselt lüljalgsetes. Kõige ohtlikumad on liigid, kes elavad nii vastsena kui täiskasvanuna selgroogsetes loomades. Lõpp-peremehes elutsevad nad tavaliselt soolevalendikus. Inimesel parasiiteerib 32 liiki paelusse, haigust nimetatakse paelusstõveks ehk **tsetodoosiks**. Kõiki tsetodoose, kus inimene on parasiidile lõpp-peremehes, diagnoositakse fekaalse materjali mikroskoopilise uuringuga (munade ja/või lülide morfoloogiliste iseärasuste alusel).

Süstemaatika (käsitlemist leidvate liikide osas):

Classis: *Cestoda* — paelussid

1. Ordo: *Pseudophyllidea* — laiussilised

Diphyllobothrium latum — laiuss

2. Ordo: *Cyclophyllidea* — neljanapalised

Taenia saginata (*Taeniarhynchus saginatus*) — nudipaeluss

Taenia solium — nookpaeluss

Echinococcus granulosus — ehhinokokk- ehk põistang-paeluss

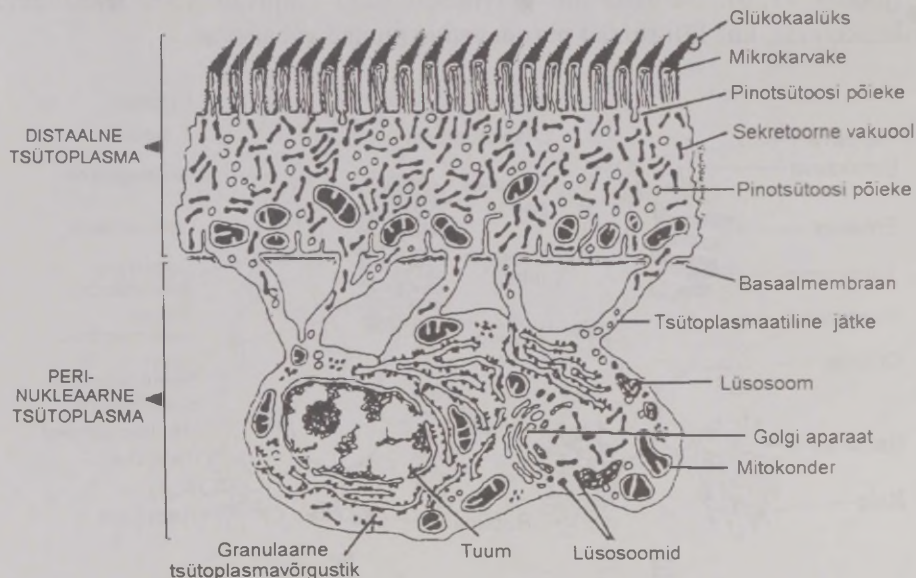
Alveococcus multilocularis — alveokokk-paeluss

Hymenolepis nana — kääbusviik ehk kääbus-hõõlasurblane

Hymenolepis diminuta

Dipylidium caninum

Paeluss koosneb päisest ehk skooleksist, kaelast ja kehist ehk stroobilast. Päisel paiknevad kinnituselundid (iminapad, imilohud, kinnikud ehk botriidid, kidad). Iminappadega päisel esineb veel kärss, mis võib olla varustatud kida-kestega. Kael on lühike, lülideks jagunemata kehaosa, mille tagaosas toimub uute lülide moodustumine. Paelussi kõige pikem osa, stroobila, koosneb paljudest lülidest ehk proglotiitidest (ld. k. *glotta* — keel + kr. k. *eidos* — kuju). Lülide arv kehas võib liigiti olla erinev — alatest kolmest kuni mitme tuhandeni. Lülid on pealt kaetud **tegumendiga** ehk katendiga (joonis 42, vt. ka lameusside üldiseloostus). Erinevalt imiussidest on tegumendi pind hatuline, mis suurendab mitmekordselt keha pindala. Läbi tegumendi toimub toitainete passiivne difusioon ja aktiivne pinotsütoos. Katend toodab mitmeid ensüüme ja antiproteolüütilisi aineid, mis neutraliseerivad peremeesorganismi seedeensüümide toimet. Keha sisemust täidab parenhüüm ehk tülbkude, milles asetsevad siseelundid.



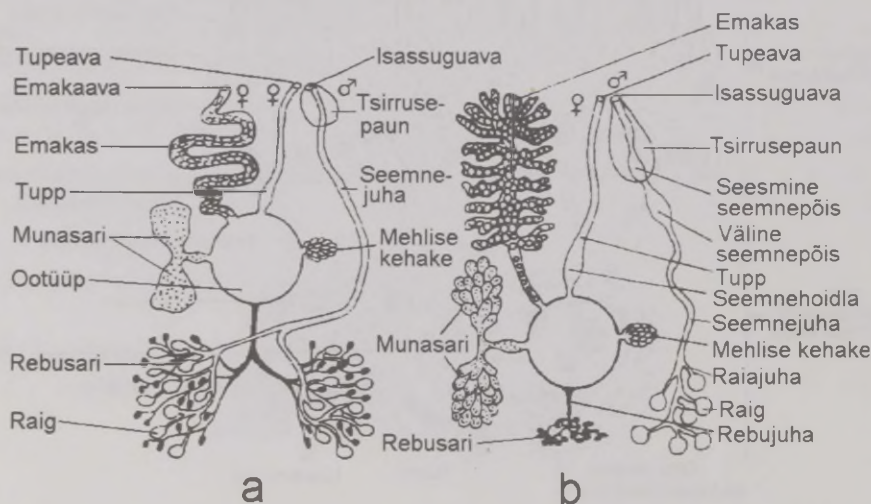
Joonis 42. Paelussi tegumendi ehitus elektronmikroskoopia andmetel.

Seedesüsteem puudub. Peremeesorganismi poolt lagundatud toitained imenduvad parasiidisse läbi keha pinna.

Erituselundkond on protonefriidset tüüpi. Erituskanaleid on tavaliselt neli ja nad paiknevad paarikaupa keha külgedel. Iga lüli tagaosas asuvad ristipidised harud, mis ühendavad pikikanaleid. Erituskanalid avanevad viimase lüli tagaserval.

Närvisüsteem on nõrgalt arenenud, koosnedes päises asuvast kesktängust ja sellest lähtuvatest pikinärvitüvedest. Kaks pikitüve läbivad kogu parasiidi keha. Igas lülis on lateraalselt paiknevad pikitüved ühendatud ristipidiste kommissuuridega ehk nidemetega. Meeleelundid puuduvad.

Suguelundkond (joonis 43) on hermafrodiitne — igas lülis on nii isas- kui ka emassuguelundid. Isassuguelundkond koosneb seemnesarjadest ehk raigadest ja raiajuhadest, mis suubuvad seemnejuhasse ja viimane avaneb sugutuspauuna sugukloaaki. Sugutuspauunas asuvad tsirrus ja üks-kaks seemnepõiekest. Emassuguelundkond koosneb kaheksagaralisest munasarjast, munajuhast, ootüübist, tupest (suubub sugukloaaki), emakast, rebusarjast, rebujuhast ja koorenäärrest (Mehlise keha). Pärast munarakkude viljastumist hakkab isassuguelundkond järk-järgult degenerereerima ning algab intensiivne emaka arendamine. Seltsi *Pseudophyllidea* — laiussilised, kuuluvatel paelussidel avaneb emakas lüli kõhtmisel pinnal (joonis 43, a). Valminud munad väljuvad emakavast ja satuvad koos peremehe fekaalidega väliskeskkonda. Kõrgema arengutasemega paelussidel, kes kuuluvad seltsi *Cyclophyllidea* — neljanapalised, on emakas suletud kotjas moodustis, mis pärast munade moodustumist täidab kogu lüli (joonis 43, b). Sellised nn. graviidsed lülid väljuvad koos fekaalidega väliskeskkonda, kus lüli seinad purunevad ja munad vabanevad.



Joonis 43. Paelusside suguelundkonna ehitus: a — laiussilised, b — neljanapalised paelussid.

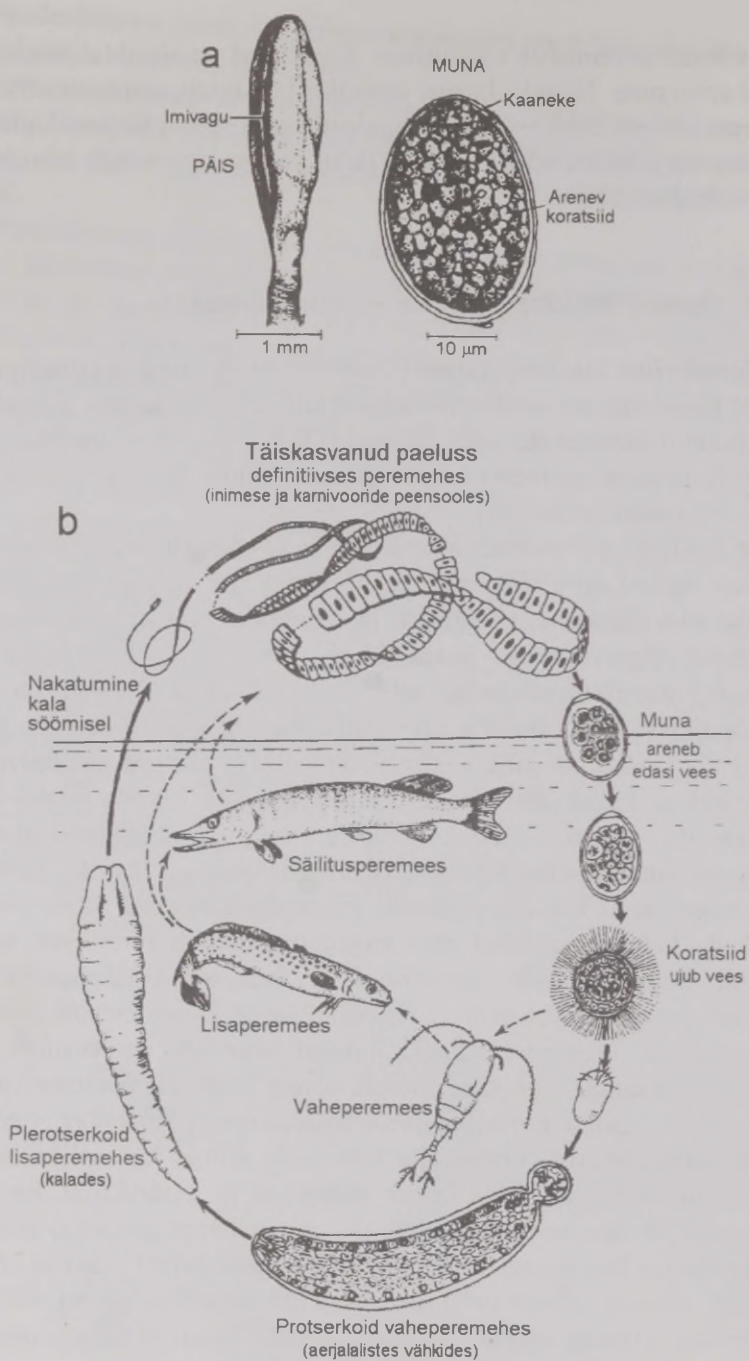
Areng toimub peremeeste vahetusega. Elutsükkel on alamatel ja kõrgematel paelussidel erisugune. Näiteks laiussi elutsükkel sisaldab, sarnaselt imiussidele, kahte vaheperemeest. Seevastu neljanapaliste paelusside väliskeskkonda sattunud munades on juba arenenud esimest järku vastne ning nende arengutsükkel vajab ühte vaheperemeest.

1. Ordo: *Pseudophyllidea* — laiussilised

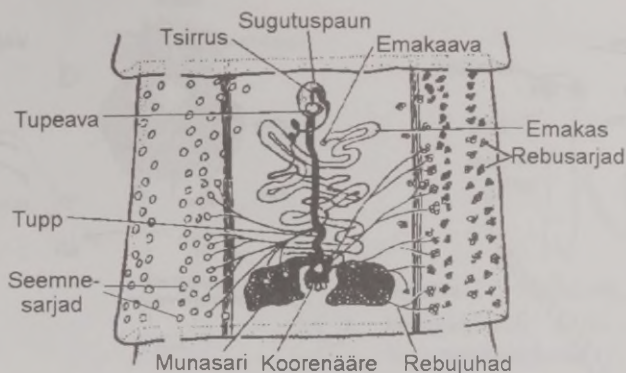
• *Diphyllobothrium latum* — laiuss (joonis 44, b) on inimesel parasiteerivatest paelussidest kõige suurem — ta võib kasvada kuni 25 m pikkuseks. Päisel (joonis 44, a) on kinnitumiselunditeks kaks imivagu (kr. k. *bothrion* — imilohk). Laiussi keha koosneb mitmest tuhandest lülist. Küpsed lülid on peaaegu ruudukujulised ja kuni 1,5 cm laiused (joonis 45).

Küpsete lülide keskel paikneb rosetikujuline emakas (liigile iseloomulik tunnus). Laiussi munad on ovaalsed ja kaanekesega (joonis 44, a) ühel poolusel ning sisaldavad viljastatud munarakku ja reburakke. Vette sattunud munades areneb esimese järgu vastne — **koratsiid** ehk ripsvastne (joonis 44, b). Vabalt vees ujuvad koratsiidid neelavad alla vaheperemehed, kelleks on alamad vähid — sõudiklased. Koratsiid tungib vähi kehaõõnde, kus ta areneb **protserkoidiks** (kr. k. *kerkos* — saba, *eidos* — kuju). Teiseks vaheperemeheks ehk lisaperemeheks on kalad (haug, ahven, siig, kiisk, luts, lõhe ja forell). Protserkoidid tungivad kala maost tema kehaõõnde, lihastesse ja teistesse kudedesse, kus muutuvad **plerotserkoidideks** ehk vageltangudeks (kr. k. *plerosis* — täitmine). Need on 0,5–1 cm pikkused piimvalged vastsed, kelle päistel on imivaod. Kala kehast eraldatud elus vageltang tõmbub rütmiliselt kokku ja sirutub välja. Lõpp-peremehe (inimene, koer, kass, siga) nakatumine toimub siis, kui toiduks tarvitatakse toorest või küllaldaselt kuumutamata (soolamata) kala või kalamarja. Plerotserkoidid kinnituvad päise abil sooleseinale ja hakkavad kiiresti kasvama. Viie-kuue nädala pärast saab laiuss täiskasvanuks ja hakkab munema. *Diphyllobothrium latum* lokaliseerub peensooles ja põhjustab seal limaskestast kärbumist. Eritatavate toksiinide toimele kujuneb nõrkus, esinevad peavalud, erutuvus, valud kõhus, puhetised ja seedehäired. Raskematel juhtudel areneb avitaminoos (vitamiini B₁₂ ja foolhappe defitsiit) ning kehveresus. Õigeaegse ravi korral, pärast parasiidi eemaldamist, kaovad kõik need nähud küllalt kiiresti. Diagnoos määratakse munade leiu alusel fekaalidest. **Difüllobotrioos** ohustab eeskätt kalureid, kalatöötlejaid ja nende perekonna-liikmeid.

Eestis on laiuss levinumaid paelusse. Aastatel 1958–1964 registreeriti Eestis ligi 5000 haigusjuhtumit aastas. Aastatel 1990–1995 oli haigusjuhtude arv umbes 600 aastas, eeskätt Peipsi-äärses piirkonnas ja ka Läänemaal ning saartel.



Joonis 44. Laiuss (*Diphylllobothrium latum*): a — päis ja muna, b — elutsükel.



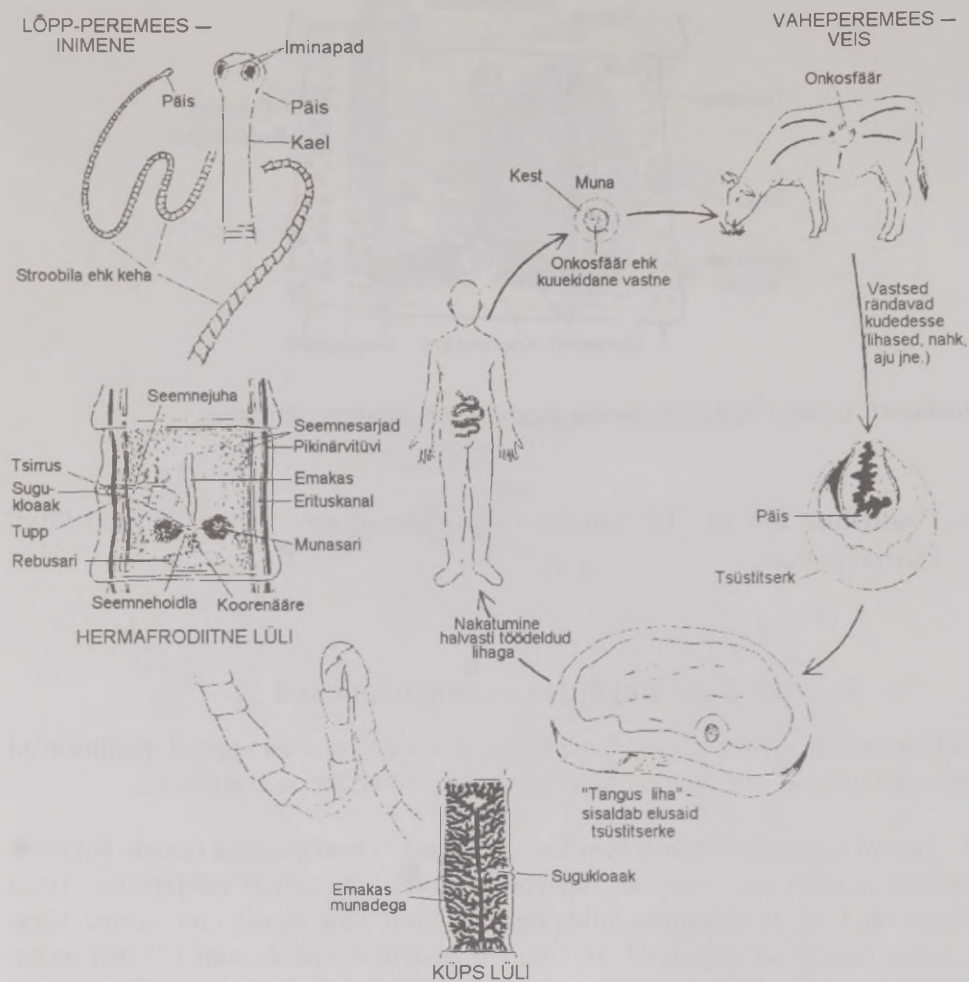
Joonis 45. Laiuss (*Diphyllobothrium latum*). Hermafrodiitse lüli ehitus.

- **Praktiline töö nr. 12.** Laiussi (*Diphyllobothrium latum*) küpsed lülid. Püsipreparaat.

2. Ordo: *Cyclophyllidea* — neljanapalised

Neljanapaliste seltsi paelussid, nii vastse- kui täiskasvanud vormid, põhjustavad inimesel raskeid ja piinarikkaid haigusi, mis võivad lõppeda surmaga.

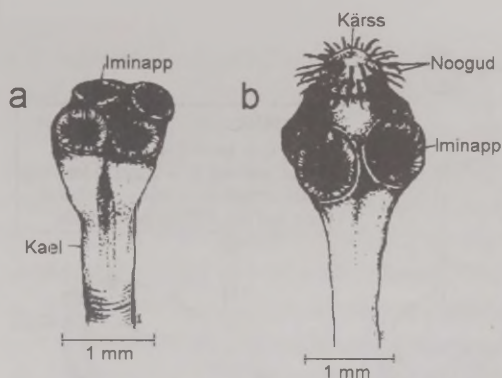
- ***Taenia saginata* (*Taeniarhynchus saginatus*)** — **nudipaeluss** (joonis 46) parasiteerib suguküpsena inimeses, vaheperemeesteks on veis ja põhjapõder. Tema pikkus on 4–10 m, tagumiste lülide laius 5–7 mm. Päis on nelja iminapaga, kärss ja kidad puuduvad (joonis 47, a). Ühe lüli emakasse mahub kuni 175 000 muna. Inimese sooles eraldab parasiit perioodiliselt küpseid lülisid, mis väljuvad passiivselt roojaga või aktiivselt une ajal. Ööpäevas väljutab haige kuni 28 lüli (ca 5 milj. muna). Inimese peensooles võib nudipaeluss elada üle 10 aasta. Veised nakatuvad, süües munadega saastunud rohtu. Küpses munas asub onkosfäär ehk kidakeras — kuuekidaline vastne. Vaheperemehe soolestikus vabaneb onkosfäär munakestadest ja tungib soolt ümbritsevasse veresoontesse. Verrega satub ta mitmesugustesse elunditesse, kus muutub tsüstitsergiks ehk tanguks (hernesuurune põieke, milles sissesopistunult paelussi päis). Tavaliselt paiknevad tsüstitsergid lihastes, naha all, silmades, ajus ja mitmesugustes näärmetes. Inimene nakatub, tarvitades toiduks toorest või termiliselt vähetöödeldud loomaliha. Nakatunud inimestel täheldatakse seedehäireid, kõhuvalu, oksendamist, puhetisi. Haiged kannatavad ülitundlikkuse, unetuse, peapöörituse all, mõnikord esineb langetõbe meenutavaid haigushoogusid. Peiteperiood on 3–5 kuud.



Joonis 46. Nudipaelussi (*Taenia saginata*) elutsükel ja ehitus.

Eestis oli **tenioosi** ehk taeniarünhoosi puhang aastal 1950 (85 juhtumit), aastatel 1959–1965 registreeriti aastas keskmiselt 50 juhtumit, viimastel aastakümnetel on avastatud ainult 1–5 nakatunut aastas.

□ **Praktiline töö nr. 13.** Nudipaelussi (*Taenia saginata*) küpsed lülid. Püsipreparaat.

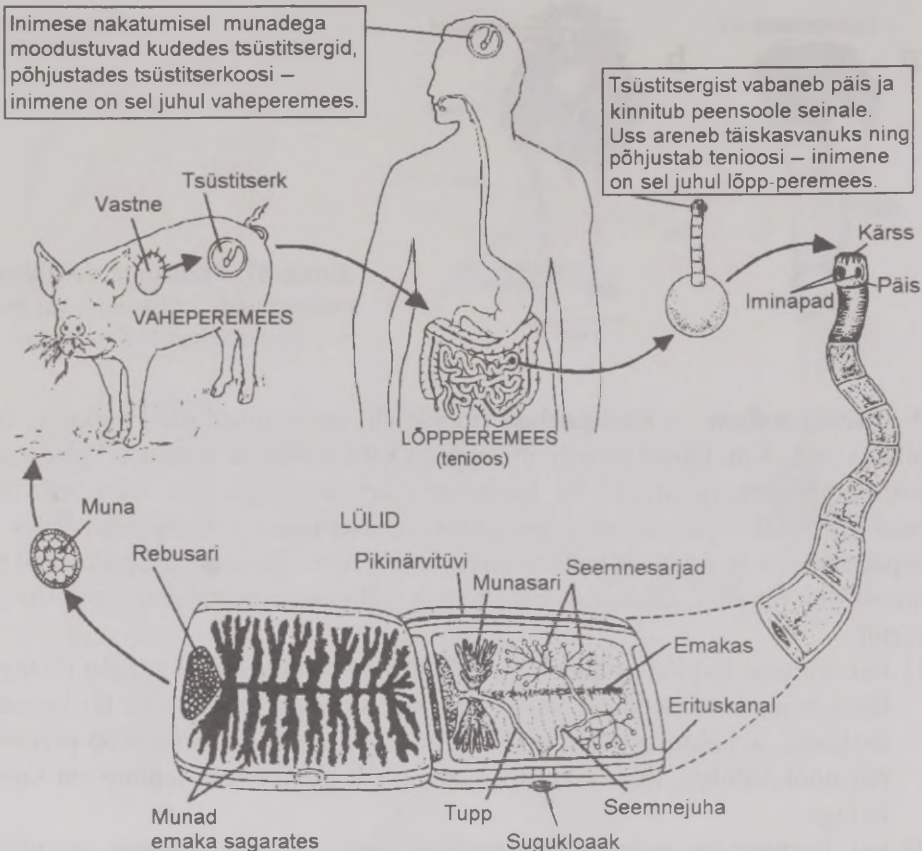


Joonis 47. Paelusside päiseid: a — nudipaelussil (*Taenia saginata*), b — nookpaelussil (*T. solium*).

● ***Taenia solium* — nookpaeluss** (joonis 48) on nudipaelussist väiksem, tema pikkus on 1–4 m. Päisel on neli iminappa ja kahe kidakeste rõngaga (kidapärjaga) varustatud kärss (joonis 47, b). Kehast eraldunud nookpaelussi lülid pole liikumisvõimelised. Täiskasvanuna parasiteerib nookpaeluss inimese peensooles, vaheperemeheks on kodu- ja metssiga ning ka inimene. Tsüstitsergid paiknevad peamiselt sea lihastes. Olenevalt nakatumise iseloomust eristatakse kahte haigusvormi:

- 1) kui inimene tarvitab toiduks elusaid tsüstitserke sisaldavat sealiha (“tangus” liha), toimub nakatumine vastsetega, kes arenevad peensooles täiskasvanud ussideks ja põhjustavad **tenioosi**. Antud juhul on inimene lõpp-peremees. Nii nookpaelussi, kui ka nudipaelussi poolt põhjustatud tenioos on sarnase kuluga;
- 2) kui nakatumine toimub nookpaelussi munaga, mis inimese organismis areneb **tsüstitsergiiks** ehk tanguks, põhjustab see **tsüstitserkoosiks** nimetatud haigust. Sel juhul on inimene vaheperemeheks. Haigestumise iseloom ja raskus sõltub sellest, millises elundis ja millisel hulgal paiknevad parasiidi vastsed. Kui nad paiknevad naha all, lihastevahelises sidekoes või lihastes, võivad rasked haigusnähud puududa. Juhul kui onkosfäärid kanduvad ajju (**neurotsüstitserkoos**) või silmadesse, kaasnevad haigestumisega tugevad peavalud, langetõbe meenutavad haigushood ja teised närvisüsteemi häired, mis sageli lõpevad surmaga. Tsüstitserkoosi diagnoositakse röntgen- või ultraheliuuringute abil. Tsüstitserkide eemaldamine ajast või silmadest on võimalik ainult kirurgilisel teel. Haiguse peiteaeg on 3–5 kuud.

Eestis oli tenioosi puhang 1959. aastal (178 registreeritud haigusjuhtumit), viimastel aastakümnetel avastatakse aastas vaid üksikuid nakatunuid.

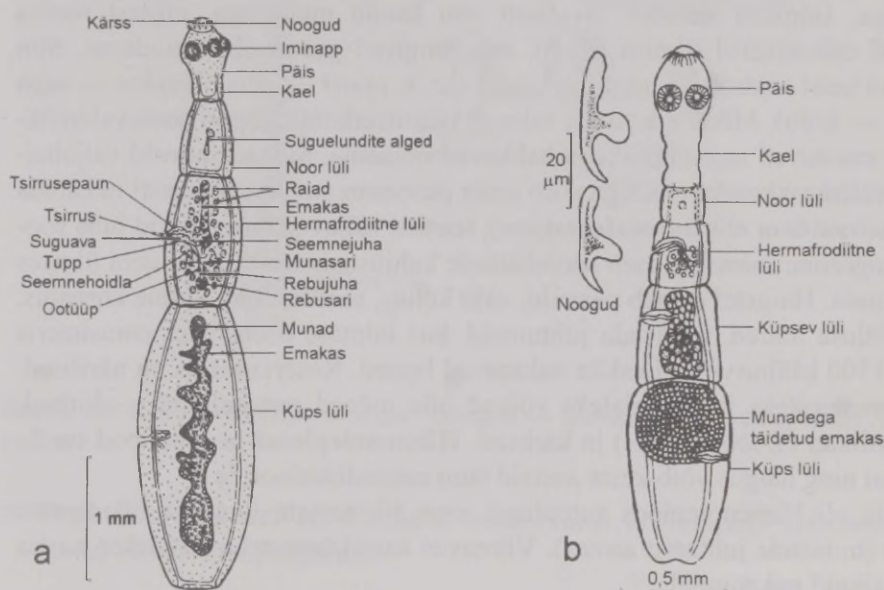


Joonis 48. Nookpaelussi (*Taenia solium*) elutsükel ja ehitus.

□ **Praktiline töö nr. 14.** Nookpaelussi (*Taenia solium*) küpsed lülid. Püsi-preparaat.

• *Echinococcus granulosus* — ehhinokokk- ehk põistang-paeluss (joonis 49, a) on vaid 2,5–5,4 mm pikkune ja koosneb 3–4 lülist. Päisel paikneb neli iminappa ja kahe kidade pärjaga kärss. Munadega täidetud emakas asub tagumises lülis. Täiskasvanud ehhinokokk-paeluss parasiteerib koera, hundi, rebase jt. lihatooiduliste loomade peensooles. Vastsed elavad lamba, kitse, veise, sea, hobuse, näriliste ja teiste imetajate, samuti inimese mitmesugustes elundites. Inimene nakatub tavaliselt koera karvadele kleepunud munadega. Allaneelatud munadest arenevad onkosfäärid, mis tungivad veresoontesse ja võivad kanduda mitmesugustesse elunditesse, enamasti maksa või kopsu. Ehhinokokk-paelussi vastsed arenevad aeglaselt erilise põistangu (tsüstitsergi) sees, mis kujutab endast värvusetu vedelikuga täidetud kera. Selles asuvad väiksemad tütarpõied, mis võivad omakorda sisaldada tütarpõisi. Põite sisepinnalt kasvavad välja haudekapslid,

milles paiknevad lootelised päised. Need võivad olla ka väljaspool haudekapsleid põisi toitvas vedelikus. Lõpp-peremehe organismis kasvab igast päisest täiskasvanud ehhinokokk-paeluss. Põistangud (põied) on tavaliselt herneterasuured, kuid võivad olla ka arbuusisuurused. Veise maksast on leitud üle 60 kg kaaluv põistang. Inimesele on haigus väga ohtlik. Paisuv põistang purustab nakatatud elundi kudesid ja avaldab survet ümbritsevatele kudedele. Lõpliku suuruse saavutab põistang 20–30 aasta pärast. Võib juhtuda, et põistang lõhkeb, tema sisu valgub kehaõõnde, kopsudesse jne., põhjustades peremehe surma või olles tõukeks uute põite moodustumisele. **Põistanghaigust** ehk **ehhinokokkoosi** diagnoositakse röntgen- või ultraheliuuringute abil. Diagnoosi täpsustamisel kasutatakse ühe võimalusena Kasoni reaktsiooni: naha alla viiakse 0,2 ml ehhinokoki põie steriliseeritud vedelikku. Kui nahaalune tilgake 3–5 min. jooksul suureneb 3–5 korda, loetakse reaktsiooni positiivseks.



Joonis 49. a — ehhinokokk-paelussi (*Echinococcus granulosus*) ehitus, b — alveokokk-paelussi (*Alveococcus multilocularis*) ehitus.

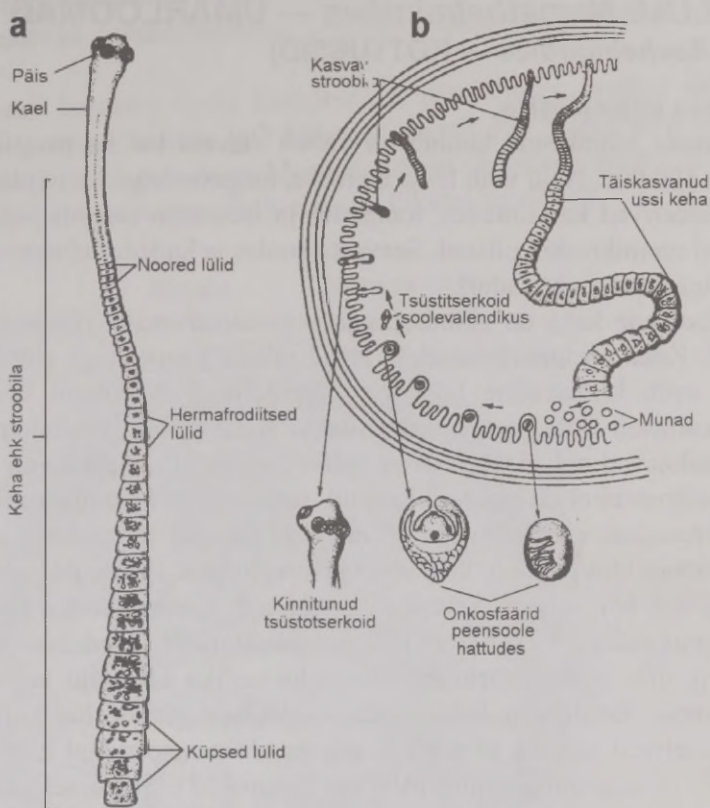
● *Alveococcus multilocularis* — alveokokk-paeluss on 1,2–3,3 mm pikk (joonis 49, b). Viimases, küpses lülis, paikneb kerakujuline emakas. Lõpp-peremeheks on rebane, hunt, koer, kass. Vaheperemeheks on närilised (põld-uruhiir, mügri, ondatra jt.). Inimene on ebatüüpiline (fakultatiivne) vaheperemees. Inimene võib nakkuse saada koertelt ja kassidelt, jahiloomade nülgimisel, väga harva ka nakkuspiirkonnast korjatud metsamarjade söömisel, kuna munad on rebase fekaalides nakkusvõimelised mitmeid kuid. Munast vabanenud onkosfäärid tungivad soolestiku veresoontesse ja kanduvad verega maksa. Maksas kujuneb üks või mitu

tihedat sõlmekest, mis koosnevad sidekoest, kuhu on infiltreerunud arvukalt alveokoki pisikesi tsüstitserke (põistangud). Maksa alveokokkoos võib aastaid kulgeda sümptoomideta. Haiguse ägenedes maks suureneb, haiged tajuvad rõhustunnet parempoolses roietealuses piirkonnas, valu hingamisel. Alveokoki põistang võib suurenedes lõhkeda, selle sisu tungida kopsu, kõhuõõnde jne. Põistangud võivad migreeruda ka ajusse. Ravi on kirurgiline.

Alveokokk-paeluss on levinud Lääne-Siberis, Jakuutias, Kaug-Idas ja Kesk-Aasias.

• *Hymenolepis nana* — **kääbusviik** ehk **kääbus-hõõlasurblane** (joonis 50, a) on kosmopoliitne paeluss. Kääbusviigi arengutsükkel ei nõua vaheperemehe olemasolu. Ta on üks väheseid paelusse, kellele inimene on samaaegselt nii lõpp- kui ka vaheperemeheks. Täiskasvanud isendi suurus on tavaliselt 1,5–5 cm, tema keha koosneb ligikaudu 200 lülist. Kärsal on üks kidadepärg 8–10 kidaga. Inimene nakatub tavaliselt suu kaudu munadega, millest sooles väljuvad onkosfäärid (joonis 50, b), mis tungivad peensoole hattudesse. Siin arenevad neist vastsed — tsüstitserkoidid (kr. k. *cystis* — põis + *kerkos* — saba + *eidos* — kuju). Mõne aja pärast tulevad tsüstitserkoidid tagasi soolevalendikku, kus muutuvad suguküpsaks ja hakkavad munema. Munad satuvad väljaheidetega väliskeskkonda, osadega võib sama peremees suu kaudu uuesti nakatuda (**superparasitism** ehk **autoinfektsioon**), teistest väljuvad onkosfäärid juba sooles. Patogeenne toime seisneb soolehattude kahjustamises ja organismi üldises mürgistuses. Haigetel esineb peavalu, valu kõhus, seedehäired, üldine kurnatus, närvitalitluse häired. On teada juhtumeid, kus inimese peensooles parasiteeris umbes 1500 kääbusviiki. Eeskätt nakatuvad lapsed. Reservuaariks on närilised. Vaheperemeesteks ja levitajateks võivad olla mõned putukaliigid — kirbud, jahumardikad (*Tribolium sp.*) ja kärbsed. **Hümenolepioosi** peiteperiood on 2–3 nädalat ning haigus võib kesta aastaid tänu autoinfektsioonile.

Eestis oli hümenolepioos suhteliselt sage 50. aastate lõpus ja 60. aastate alguses (mitusada juhtumit aastas). Viimastel aastakümnetel avastatakse aastas vaid üksikuid nakatunuid.



Joonis 50. Kääbusviik (*Hymenolepis nana*): a — üldvaade, b — arengutsükkel peensooles.

□ **Praktiline töö nr. 15.** Paelussi keha ehitus kääbusviigi (*Hymenolepis nana*) näitel. Püsipreparaat.

- *Hymenolepis diminuta* — on morfoloogiliselt väga sarnane kääbusviigiga. Esineb peamiselt närilistel, harva inimesel. Pikkus 20–60 cm. Elutsükkel nõuab vaheperemeest, kelleks on putukate vastsed (näiteks jahumardikas — *Tribolium sp.*). Inimene nakatub tavaliselt saastunud jahu ja tangainetega. Haigusnähud sarnased kääbusviigi poolt põhjustatud paelusstõvega.

- *Dipylidium caninum* — on väike, kosmopoliitne, peamiselt koerte ja kasside parasiit. Pikkus kuni 15 cm. Vaheperemeheks on koera- ja kassikirbud. Loomade hammastelt võivad kirbu kehas paiknenud tsüstitserkoidid sattuda koos süljega laste näole ja sealt suhu. Inimese seedeelundkonnas arenevad ussid täiskasvanuks ja põhjustavad **dipülidioosi**. Haigusnähud on: ebameeldivustunne kõhus, kõhulahtisus ja anaalava kihelus.

II. PHYLUM: *Nemathelminthes* — ÜMARLOOMAD (Ph.: *Aschelminthes* — KOTTUSSID)

Hõimkonna iseloomustus.

Ümarloomade hõimkonda kuulub nii vabalt elavaid kui ka parasiitseid liike, kokku üle 500 000. Neid võib leida meredes, mageveekogudes ja pinnases, kuid nad parasiteerivad ka taimedes, loomades ja inimeses. Enamik vabalt elavaid ümarloomi on mikroskoopilised. Seevastu sooles ja kudedes elutsevate parasiitusside hulgas on ka väga suuri.

Ümarloomade keha on silinderjas ja segmenteerumata, ripsmed ja viburid puuduvad. Keha on ümarloomadel kaetud rakutu koorkestaga ehk kutiikuliga, mille all asub laatrakuline hüpodermi (epidermis). Kutiikulit moodustavaid aineid (peamiselt kollageeni) sünteesitakse hüpodermis. Hüpodermi rakkude tuumad paiknevad neljas hüpodermi vallis (joonis 51). Hüpodermi külgmistes vallides paiknevad ekskretoorsed kanalid, selgmises ja kõhtmises asuvad närvitüved. Kehaseinas ehk lihtsustunud nahklihasmõigus on säilinud ainult pikilihased. Parenhüüm puudub, kehaseina ja siseelundite vahele jäävad vedelikuga täidetud pilud või suurem kehaõõs — kujuneb **esmane kehaõõs** ehk **pseudotsööl** (prototsööl). Vedelikuga täidetud pseudotsööl moodustab hüdrostaatilise skeleti, mis tagab ümarloomadele iseloomuliku kehakuju ja vahendab lihaste kontraktsioonijõudu kehasisesele vedelikule. Seedeelundkond koosneb suust, lihaselisest neelust ja soolest, mis on diferentseerunud kolmeks osaks: ees-, kesk- ja tagasooleks ning pärakust (joonis 52). Soole sein on üherakukihiline ega sisalda lihaseid.

Pärakust tahapoole jääv kehaosa on saba. Suuava paikneb keha eesotsas.

Ümarloomadel pole hingamis- ega ringeelundkonda.

Ümarloomade hõimkonda kuulub mitu klassi, lähemalt tutvume ümarusside klassi parasiitsete liikidega. Ümarusside põhjustatud haigusi nimetatakse ümarusstõvedeks ehk **nematodoosideks**.

Classis: Nematoda — ümarussid

Ümarusside iseloomustus.

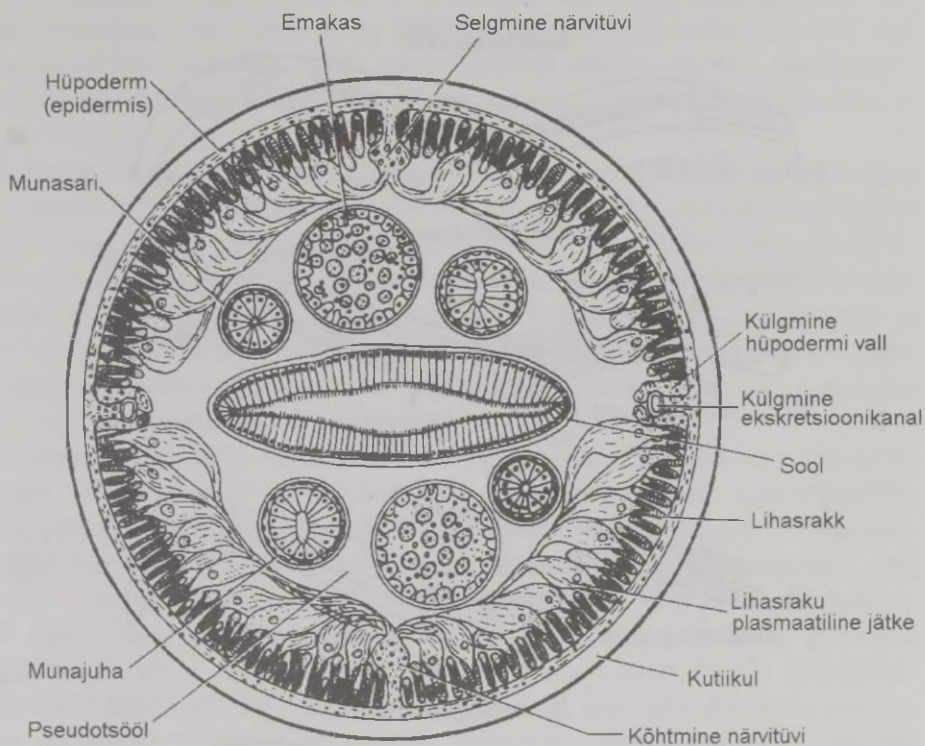
Kehaseina ehitus on kõigil ümarloomadel sarnane.

Seedeelundkond (joonis 52) algab suuavaga keha eesotsas. Suuava ümbritsevad huuled (askariididel 3 huult). Sooltoru eesmine ja tagumine osa on ektodermaalse päritoluga, keskmine — entodermaalse tekkega. Sooltoru lõpeb pära-kuga keha kõhtmisel poolel.

Erituselundkonna moodustavad üksikud üherakulised näärmed, mis asendavad protonefriide. Näärmetest lähtuvad kaks ekskretsioonikanalit, mis asetsevad keha külgedel olevates hüpodermi vallides (joonis 51). Keha tagaosas lõpevad kanalid umbselt, eesotsas ühinevad ja avanevad keha pinnale suuava

läheduses. Piki eritussüsteemi kanaleid paiknevad fagotsütoosivõmelised rakud, mis samuti osalevad eritussüsteemis, kogudes endasse ainevahetuse lahustumatuid jääke.

Närvisüsteem koosneb neelu ümbritsevast närvirõngast, millest lähtuvad närvitüved (selgmine, kõhtmine ja 2 külgmist, joonis 51). Närvitüved on omavahel ühenduses kommissuuridega. Meeleelunditest on olemas keemilise taju ja kompimisretseptorid, mõnedel vabalt elavatel liikidel ka silmad.



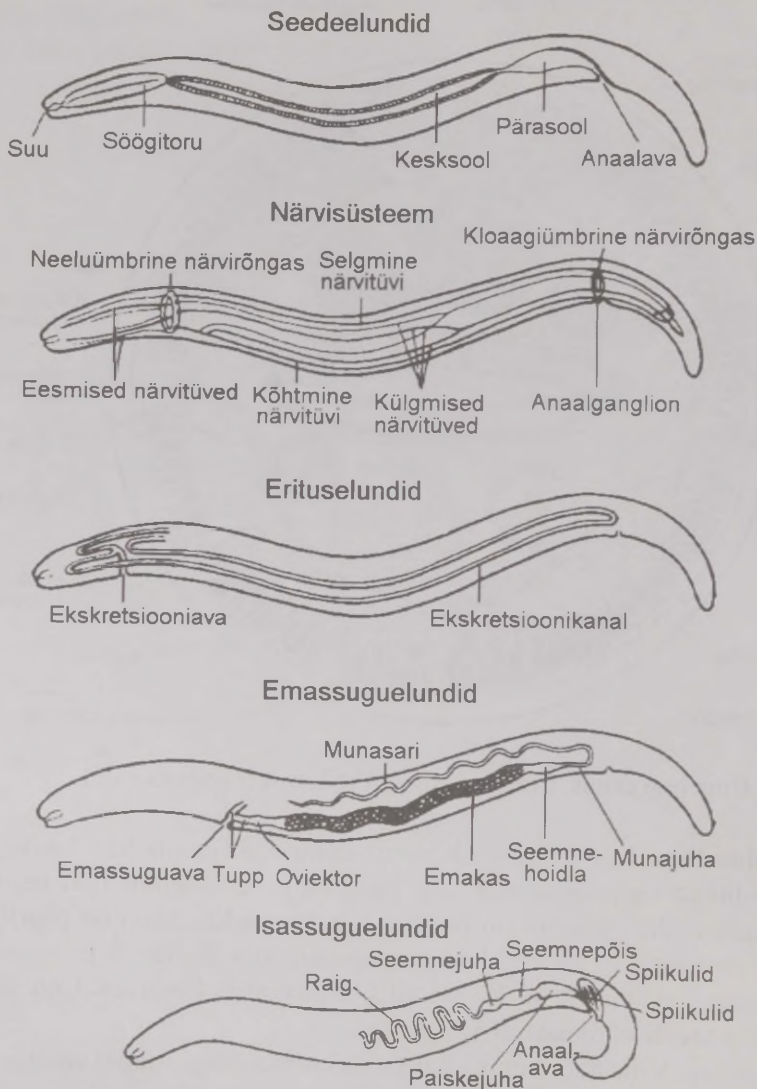
Joonis 51. Ümarussi ehitus. Ristlõige emasest solkmest (*Lumbricus sp.*).

Suguelundkond on üldplaanilt toruja ehitusega (joonis 52). Isassuguelundkonda kuuluvad seemnesari ehk raig, raiajuha ja seemnejuha (paiskejuha), mis avaneb tagasoolde. Süsteem on paaritu. Emassuguelundkond on paariline. Siia kuuluvad munasarjad, munajuhad ja emakad, mis ühinevad ja moodustavad tupe. Viimane avaneb keha kõhupoolele suguavana. Ümarussid on lahsugulised, isased tavaliselt emastest väiksemad.

Arenemine. Viljastatud muna hakkab arenema (lõigustuma) emakas, enamikul liikidel lõpeb muna areng väliskeskkonnas (vajalik on õhuhapnik). Osal liikidel toimub muna küpsemine emaslooma kehas ja väljutatakse vastseid. Mõnedel liikidel kestuvad vastsed mitu korda.

Peaaegu kõik ümarussid on **geohelmindid**, s. t. nende arenemistsükkel on üheperemeheline ja peremeesorganismid nakatuvad ussnugiliste munade või vastsetega kas söögi, vee või pinnase kaudu. Seega, peremehe vahetust reeglina ei esine.

Kõiki nematodoose, kus inimene on parasiidile lõpp-peremeheks, diagnoositakse fekaalse materjali mikroskoopilise uuringuga (munade morfoloogiliste iseärasuste alusel).



Joonis 52. Ümarussi elundkondade ehitus. Inimese solge (*Ascaris lumbricoides*).

● *Ascaris lumbricoides* — inimesesolge ehk liimuksolge (joonis 52).

Solkmed on suuremõõtmelised parasiitussid (emasloomad 20–40 cm, isasloomad 15–25 cm, läbimõõt vastavalt 6 ja 3 mm). Isasloomadel on sabaosa kõhtmise külje poole keerdunud. Liimuksolge parasiteerib täiskasvanuna inimese peensooles. Munarakkude viljastamine isasloomade poolt ei taga alati nende arenemist — munade lõigustumiseks on vaja õhuhapnikku, niiskust (üle 8%) ja temperatuuri +12 kuni +37°C. Temperatuuril alla +24°C valmivad munad mitu kuud, kõrgemal temperatuuril 12–24 päevaga. Muna sees toimub vastse esimene kestumine, edasi saab areng jätkuda peremeesorganismis. Inimene võib nakatuda solkme munadega toidu, vee ja mustade käte kaudu ning küünte närimisel. Mune levitavad kärbsed, prussakad ja tarakanid oma jalgade, tundlate ja väljaheidetega.

Inimese peensooles vabanevad vastsed munakestadest ja tungivad sooleseina veresoontesse. Verrega kanduvad nad 6 tunni jooksul maksa, kus peatuvad mõne päeva, liiguvad sealt edasi südame kaudu kopsukapillaaridesse, kuhu jäävad 4–7 päevaks, põhjustades tihti kapillaaride purunemist ja verejookse. Kopsukapillaaridest tungivad vastsed bronhidesse, sealt edasi neelu kaudu söögitorusse ja mao kaudu tagasi peensoolde, kus saavad suguküpsaks. Selline ringkäik peremeesorganismis kestab 8–10 päeva. Täiskasvanuks saavad solkmed peensooles 2–3 kuuga ja eluiga võib kesta üle 1 aasta.

Solgetõbi (**askaridoos**) on inimesele raske ning mõnikord isegi eluohtlik. Vastsete migratsiooniga võivad kaasneda allergilised nähud, nagu nõgestõbi, astma, palavik, konjunktiviit ja eosinofiilia. Täiskasvanud solkmele on iseloomulik püüd tungida kitsastesse piludesse ja käikudesse. On teada juhtumeid, kus nad on tunginud maksa sapijuhadesse. Mõnikord tungivad solkmed makku, sealt okserefleksi tagajärjel neelu, Eustachio tõrve ning keskkõrva. Solkmete tungimisel kurku ja hingekõrri võib kannatanu isegi lämbuda. On kirjeldatud peensoolest läbitungimise juhtumeid, kus solkmed satuvad kehaõõnde, põhjustades peritoniiti. Haigel võib esineda mitmetine infektsioon: koos *Ascaris lumbricoides*’ega parasiteerivad ka ainuraksed *Lambliia intestinalis* ja *Entamoeba histolytica*. Neil puhkudel viiakse läbi esmalt dehelmintiseerimine, et vältida soolte perforatsiooni, ja seejärel ravitakse lambliooosi ja amööboidset düsenteeriat.

1959. aastal registreeriti Eestis 27 300 haigusjuhtu, aastatel 1990–1995 aga keskmiselt 500 haiget aastas.

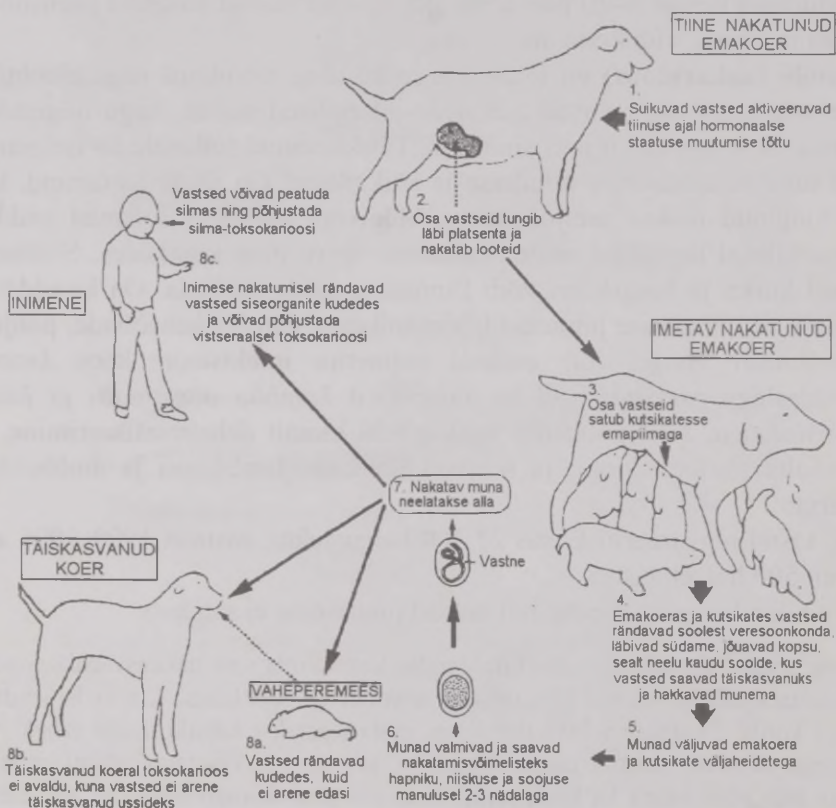
Vaja on kanda hoolt, et parasiidi munad pinnasesse ei satuks.

Esitame siinkohal efektiivse meetme, kuidas kuivkäimla sisu nakkusvabaks muuta: kaubanduses müügil olevat tööstuslikku ammoniaagi vesilahust (25%) lahjendada veega 4 korda. Saadakse 6,25%-line lahus, mida segatakse käimla sisuga vahekorras 1:1. Segu hoitakse suletud taaras 10 päeva, siis on see kasutatav põlluväetisena. Käimla sisu võib lisada ka kompostile, kuid siis peab komposteerimise aeg olema vähemalt 2 aastat.

□ **Praktiline töö nr. 16.** Emase solkme (*Ascaris sp.*) ristlõige. Püsipreparaat.

• *Ascaris suum* — seasolge. Ehituselt väga sarnane inimesesolkmele. Inimene võib nakatuda küpsete munadega, kuid vastsete areng peatub migratsiooni ajal kudedes. Ainult erandjuhtudel saavad seasolkmed inimorganismis täiskasvanuks ja elutsevad peensooles. Haigus on levinud seakasvatajate hulgas.

• *Genus Toxocara*. Perekonda kuuluvad liigid põhjustavad **toksokarioosi**. Vanemas kirjanduses nimetati inimeses parasiteerivaid *Toxocara* vastseid ka *larva migrans*. Inimese jaoks suurimat meditsiinilist tähtsust omab *Toxocara canis* — kutsikasolge (joonis 53), vähemolulised on *Toxocara mystax* — kassisolge ja *Toxascaris leonina* — koerasolge, mis on samuti koertel, rebastel, huntidel ja kassidel esinevad kosmopoliitse levikuga askariidid. Koerte nakatumus eri piirkondades on 15%–70%. Loomad ja inimesed saavad nakkuse eeskätt *Toxocara* munadega saastunud pinnasest. *Toxocara* munad valmivad ja saavad pinnases nakatamisvõimeliseks piisava hapniku, niiskuse ja soojuse juures 2–6 nädalaga ja on nakatamisvõimelised kuid ja aastaid.



Joonis 53. Kutsikasolkme (*Toxocara canis*) elutsüklil.

Koera sooles väljuvad vastsed munakestadest, läbivad sooleseina ja rändavad peremeesorganismis nagu inimesesolgegi. Täiskasvanud koeral tungib enamik vastseid kopsukapillaaridesse ja kandub vereringesüsteemiga üle kogu keha. Kudedes vastsete areng peatub, nad entsüsteeruvad ja infektsioon ei avaldu. Kui emane koer tiinestub, siis kas immuunsüsteemi nõrgenemise ja/või hormonaalse staatuse muutumise tõttu vastsed aktiveeruvad ja rändavad kopsu, sealt neelu ja soolde, kus parasiidid küpsevad. Osa vastseid liigub verrega läbi platsenta loodetesse, osa piimanäärmetesse (kutsikad nakatuvad imetamise ajal). *Toxocara* munade levitajateks on seega kutsikad vanuses 5 nädalast kuni 5 kuuni ja imetavad emakoerad. Kutsikasolge võib päeva jooksul muneda kuni 200 000 muna.

Inimesed nakatuvad suu kaudu. Lapsed võivad nakatuda mängides kutsikatega või saastunud liivakastides või mõnes muus koerte väljaheitega reostatud kohas. Linnades on nakkusohu suurem.

Soolestikus arenevad munadest vastsed, kes migreeruvad läbi kudede (*larva migrans*), kuid ei küpse. Peatudes siseelundite kudedes, põhjustavad vastsed **vistseraalset toksokarioosi** (*larva migrans visceralis*). Kui vastsed jäävad peatuma silma, tekitab see **okulaarset** ehk **silma-toksokarioosi** (*larva migrans ocularis*), mis võib lõppeda nägemise kaotusega. Vastsete elutegevuse produktid on *Toxocara* liikidel toksilisemad kui solkmetel. Parasiidid võivad viibida organismis pikka aega, mõnikord isegi aastaid. Kui vastsed peatuvad mõnes elundis pikemalt, kujunevad nekrootilise tsentriga granuloomid ehk koehaavandid. Seda juhtub enamasti kopsus, harvem põrnas, maksas, silmas, ajus. Väga tihti kaasneb toksokarioosiga leukotsütoos ja eosinofiilia, mis avalduvad allergiliste nähtudena (näiteks nõgestõbi või nn. selgitamata etioloogiaga allergia). Haigus võib põhjustada palavikku, maksa ja põrna suurenemist ning hingamistakistusi. Enamasti kulgeb haigus sümptoomideta. Haigus avaldub tavaliselt lastel 1–6 aasta vanuses. On registreeritud juhtumeid, kus laps nakatub üsasiseselt.

Seroloogiliste uuringute alusel on nakatumus toksokarioosi eri piirkondades 5–20%. Näiteks Poola suurlinnades on toksokarioosi sagedus laste hulgas 5–6%, New Yorgis 5%. Slovakkias tehtud uuringute alusel on linnaelanikest kuni 11% ja põllumajanduspiirkondades elavatest inimestest umbes 17% toksokarioosi suhtes seroposiitivsed.

Haigust diagnoositakse immunoloogiliste testide abil.

Jg 6 antikehade leidmine
on halge

✓ • ***Enterobius (Oxyuris) vermicularis*** — **naaskelsaba** ehk linaluu-uss on laialt levinud inimese jämesoole (umbsoole ja ussripiku) parasiit. Emasloomad kasvavad kuni 1 cm pikkuseks, isasloomad on veidi väiksemad. Emaslooma saba on väga terav (siit ka nimetus). See ümaruss põhjustab pärasoole ning pimesoole limaskestalt ärritust ja põletikku. Öhtuti väljuvad emased naaskelsabad päraku kaudu naha pinnale munema. Kehapinnal muutuvad munad nakatamisvõimelisteks 4–6 tunni jooksul. Kihelemine kutsub lastel esile kratsimise, sõrmedelt ja

küünte alt võivad munad aga sattuda suhu. Sama parasiidiliigiga korduvat nakatumist nimetatakse **superparasitismiks** ehk autoinfektsiooniks. Ühe ussi eluiga sooles on umbes üks kuu. Kui selle aja jooksul ei toimuks uut nakatumist, oleks võimalik vabaneda parasiidist ilma spetsiaalse ravita. Munadest vabanenud vastsed saavad jämesoole limaskihis täiskasvanuks 2–6 nädala jooksul.

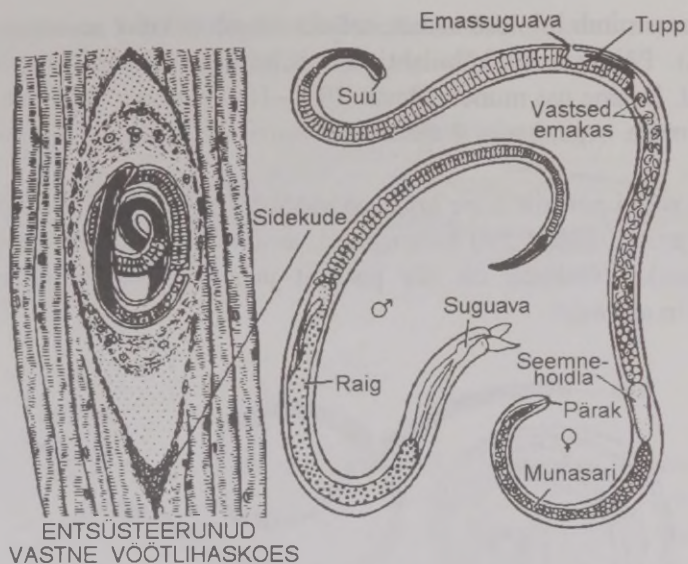
Enterobioos põhjustab rahutut und, töövõime langust ja ka närvisüsteemi häireid. Haigusega võib kaasneda ussripiku põletik. Tütarlastel võivad täiskasvanud emased naaskelsabad liikuda öösel tuppe, emakasse ja kapselduda kehaõõnes.

Taasnakatumise vältimiseks soovitatakse ihu- ja voodipesu hommikuti üle triikida. Mune võib leida kõikjal: tolmus, mööblil, mänguasjadel jne. Mune levitavad ka kärbsed, tarakanid ja prussakad.

Eestis registreeritakse isegi tänapäeval üle 10 000 haigusjuhtumi igal aastal (näiteks 1990. aastal 24 000; 1994. aastal 12 400).

✓ • *Genus Trichinella* — **keeritsussid** ehk **trihhiinid** (joonis 54) on liha- ja segatoidulistel loomadel täiskasvanuna peensooles ja vastsetena lihaskoes parasiteerivad väikesed ümarussid. Isased on tavaliselt 1,5 mm ja emased 3–4 mm pikad. Arvatakse, et kodusigadel parasiteerib harva esinev *Trichinella spiralis*, ulukloomadel aga teine liik — *T. nativa*. Sellega on seletatav asjaolu, miks Eestis pole keeritsusstõbi massiliselt levinud kodusigadel, vaatamata võimalikele arvukatele kontaktidele. Inimene võib nakatuda mõlema liigiga. Reservuaarperemeesteks on rott, metssiga, mäger, kährikkoer, karu, väga harva kodusiga. Erinevalt teistest ümarussidest on trihhiinid **biohelmindid**.

Inimene nakatub keeritsussi vastseid sisaldavat termiliselt vähetöödeldud liha ja lihasaadusi (vorsti, hamburgerit jms.) süües. Peensooles vabanevad vastsed kiiresti lubikapslist (1–24 tunni jooksul) ning veel ühe ööpäeva pärast saavad ussid suguküpsaks. Pärast kopulatsiooni isased hukuvad. Peensooles sünnitavad emased trihhiinid elusaid vastseid (**vivipaarsus**). Emaste eluiga sooles on 45–56 päeva ja selle aja jooksul sünnitavad nad igäiks ligikaudu 1500 järglast. Vastsed tungivad läbi sooleseina lümfikapillaaridesse ja veresoontesse ning kanduvad kudedesse, kus entsüsteeruvad 3 nädala jooksul (joonis 54). Kapseldumine ehk lubikihnu moodustumine algab 6–18 kuud pärast nakatumist. Vastsed eelistavad kapselduda hea verevarustusega lihastes nagu vahelihhas, põselihased, kaelalihased, keel, mälumislihased jne. Vastsete rändega kaasnevad allergiline reaktsioon nahal, näoturse, palavik, lihasevalud, eosinofiilia. Pärast lubikapslite kujunemist haigusnähud taanduvad.



Joonis 54. Keeritsuss (*Trichinella spiralis*).

Haigust diagnoositakse immunoloogiliste testide abil. Medikamentoosne ravi on efektiivne, kui vastsed pole veel jõudnud kapselduda. Raskekujuline trihhinelloos võib lõppeda surmaga.

Eestis on trihhinelloosi alati esinenud (mõni juhtum aastas), tõeline haiguspuhang oli aga 1993. aastal, mil registreeriti 43 haigusjuhtumit.

Kapseldunud vastsed ei hukku pealiskaudsel soolamisel, suitsutamisel ega kuumutamisel. Keeritsussi vastsed hävivad, kui mitte üle 8 cm paksusi lihatükke keeta 2,5 tundi, sügavkülmutuses -15°C juures 3 nädala, -25°C juures ööpäeva jooksul.

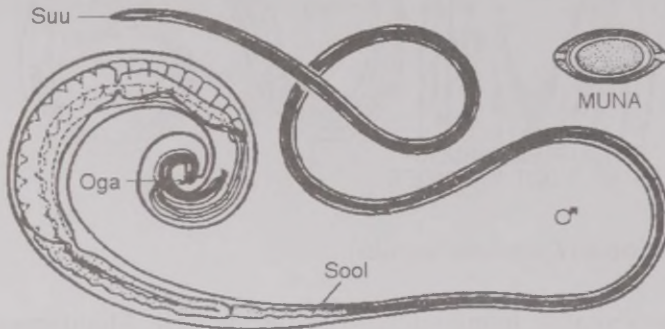
- **Praktiline töö nr. 17.** Keeritsussi (*Trichinella spiralis*) vastne lihaskoes. Püsipreparaat.

• *Trichuris trichiura* (*Trichocephalus trichiurus*) — piuglane parasiteerib inimese jämesooles (peamiselt umbsooles ja ussripikus). Parasiit on levinud troopikas ja subtroopikas. Aasias on piuglane sagedasem kui solge. Piuglase keha eesosa on juuspeen, keha tagumine osa aga jämedam (joonis 55). Isasloom kasvab 3–4 cm, emasloom 3,5–5 cm pikkuseks. Keha peenikeses eesosas asub eessool (suuõõs ja söögitoru), mis on varustatud näärmerakkudega. Keha tagaosas asuvad sooltoru ja suguelundid.

Inimene nakatub tavaliselt piuglase mune sisaldava vee joomisel (munad arenevad niiskes ja soojas pinnases 3 nädalat, vees 1–1,5 kuud). Sooltorus väljuvad munadest vastsed, kes arenevad peensooles täiskasvanuks ja rändavad siis käärsoolde. Umbes 3 kuu pärast peale nakatumist saavad ussid suguküp-

seks. Piuglane toitub inimese verest, selleks tungib ta keha eesosaga soole seina (limaskesta). Põhjustavad kõhulahtisust, kõhuvalu, oksendamist, aneemiat ja eosinofiiliat. Emane uss muneb päevas 3000–10 000 muna. Piuglase eluiga võib ulatuda inimese organismis 8 aastani ja tema väljaajamine organismist pole lihtne.

Eestisse toodi parasiit sisse koos võõrtöolistega (aastatel 1948–1950 registreeriti igal aastal umbes 500 haigusjuhtu, aastatel 1959–1962 isegi 2000 juhu ümber aastas). Nüüdseks on see parasiit jäänud Eestis haruldaseks (mõni haigusjuhtum aastas).



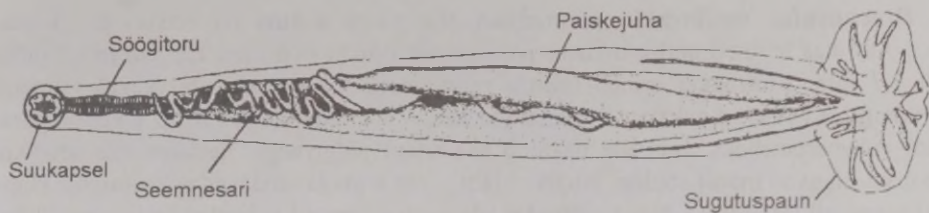
Joonis 55. Piuglane (*Trichuris trichiura*).

● *Ancylostoma duodenale*, *Necator americanus* — kõõrpea (joonis 56) on eeskätt levinud subtroopikas ja troopikas. *Ancylostoma duodenale* on levinud idapoolkeral (sage Taga-Kaukaasias ja Kesk-Aasias), läänepoolkeral esineb *Necator americanus*. Parasiit võõrtmes võib see parasiit levida kaevandustes. Kuna vastsed arenevad pinnases, on tegemist geohelmintidega.

Täiskasvanud isendid parasiteerivad inimese kaksteistsõrmiksooles. Need on väikesed punakad ümarussid (emased 10–18 mm, isased 8–10 mm pikad). Keha eesots on käärdunud kõrvale, suukapslis asuvad teravad hambad. Emaste keha tagaosas asub kõõrpeale iseloomulikku kehakuju andev sugutuspau, mis on lai ja hästi väljakujunenud lateraalsete hõlmadega.

Munad satuvad väljaheitega pinnasesse, kus pärast küpsemist (1–2 päeva) kooruvad vastsed, kes kaks korda kestuvad ja muutuvad nakatavateks 5–6 päevaga. Arenguks mullas on vaja õhuhapnikku, niiskust ja soojust (+30–+32°C). Inimese organismi tungivad vastsed peamiselt läbi naha (käed, jalad), kuid nakatumine võib toimuda ka suu kaudu. Invasioonikohtadesse nahas tekivad sügelevad haavandid (nn. maasügelus), samas võib toimuda ka sekundaarne bakteriaalne infektsioon. Inimese kehas rändavad vastsed veresoontesse, sealt südamesse, kopsudesse (põhjustades pneumooniat), hingamisteedesse ja neelu, kust süljega satuvad seedeelundkonda ja saavad suguküpseks 5–6 nädalaga. Emane *Ancylostoma duodenale* muneb kuni 20 000 muna ja *Necator americanus* kuni 10 000 muna päevas. Parasiit toitub soole limaskestast ja verest ning põhjustab suure verekaotuse tõttu aneemiat ning ka eosinofiiliat. *Ancylostoma duode-*

nale põhjustab päevas 5–10 korda suuremat verekaotust kui *Necator americanus*. Haigus kestab tavaliselt 2–6 aastat. Eestis ei esine.



Joonis 56. Isane kõõrpea (*Necator americanus*).

● *Strongyloides stercoralis* — ürgpihtlane võib parasiteerida inimese kaksteist-sõrmiksoole ja peensoole limaskestades. Parasiit on väike (3–6 mm) juuspeen ussike. Ürgpihtlased on unikaalsed ümarussid, kuna neil on olemas nii parasiit- kui vabalt elavad vormid. Parasiitvormide puhul on tegemist partenogeneetiliselt (neitsisigimise teel) paljunevate emasloomadega. Soole mukoosasse munetud munadest võib areneda kolme tüüpi vastseid: 1) osa vastseid muutub niitjateks **autoinfektsioosseteks** vormideks; nad tungivad läbi jämesoole seina või perianaalse naha ning lähevad uude arengutsükklisse (ringeelundkond, kõhuõõs, kops, neel, soolestik); 2) osa vastseid satub fekaalidega pinnasesse, kus nad läbivad mitmeid arengujärke ning seejärel võivad tungida inimorganismi kas läbi naha või sattuda sinna joogiveega; 3) osa vastseid areneb mullas erisoolisteks organismideks, kes mõnda aega elavad vabalt (geohelminidid). Parasitaarse ja vabalt elava põlvkonna esinemine viitab ürgpihtlase lähedusele looduses vabalt elavate liikidega. Esineb eeskätt subtroopikas, samuti soojades kaevandustes. Esinemissagedus on väiksem kui kõõrpeal. Haigustunnusteks on valud mao piirkonnas, limane kõhu-lahtisus ja eosinofiilia.

Eestis puuduvad teated inimese nakatumisest ürgpihtlasega, küll aga leidub mitmeid lähedasi koduloomadel parasiteerivaid liike.

Niitussid moodustavad nematoodide seas omaette seltsi (*Ordo: Spirurida*). Siirdajateks on tavaliselt verd imevad putukad (säased, kihulased ja parmlased), kelle süljenäärmetes toimub niitussi vastsete arenemine nakatavateks vormideks. Inimorganismis arenevad vastsed täiskasvanuks ning emased ussid hakkavad sünnitama mikrofiliaarseid vastseid (ld. k. *filaris* — filaarne, niitjas), kes lokaliseeruvad reeglina veres. Diagnoosimine toimubki vere äigepreparaadis leiduvate vastsete morfoloogiliste tunnuste alusel. Täiskasvanud (pikad ja peenikesed ussid) ja vahel ka vastsevormid võivad rännata ja elutseda eri kudedes: lümfis, nahaalustes kudedes, silmas, kopsus jne. Niitussid põhjustavad allergilisi sümptoome, nõgestõbe (*Mansonella* sp., *Onchocerca volvulus*), eosinofiiliat, elevantsustõbe (*Wuchereria bancrofti*, *Brugia malayi*, *Onchocerca volvulus*) — nahal sõlmelisi moodustisi ja muhke ning jäsemetel liikuvat paistetust (*Loa loa*), silmas konjunktiviiti (*Loa loa*, *Onchocerca volvulus*).

Üheks huvitavamaks ja paljudes piirkondades meditsiinilist tähtsust omavaks niitjaks ümarussiks on mediina niituss, kellega tutvume veidi lähemalt.

● *Dracunculus medinensis* — mediina ehk ginea niituss on Aasias ja Ekvatoriaal-Aafrikas levinud ohtlik inimese parasiit. Ussi pikkus on kuni 120 cm ja läbimõõt 1,0–1,7 mm. Elutsükel erineb teistest niitussidest. Väliskeskkonda (vette) sattunud vabalt ujuvad vastsed nakatavad alamaid vähke — sõudikuid (*Cyclops sp.*), kes on parasiidi vaheperemeheks. Inimene nakatub saastunud joogiveega, neelates alla sõudiku. Vastsed liiguvad maost soolde, tungivad läbi soole seina ja rändavad nahaalusesse koesse (peamiselt jäsemetes). Need vastsed ei ole mikrofiliaarsed ja neid ei leidu veres. Täiskasvanud ussid parasiteerivad inimese jalgade lümfisoontes, lümfisõlmedes ja nahaaluses sidekoos. Kui emane on viljastatud, siis liigub ta naha pinna lähedale. Moodustuvad paised, millest niitussi keha võib silmusena välja sopistuda, et sealtkaudu eritada noori vastseid vette. Peiteaeg kuni 1 aasta. Nahapinnal tekivad kohtadesse, kuhu emased ussid tulid vastseid sünnitama, haavandid, paised, erüteem ja abstsessid. Ravi on kirurgiline.

III. PHYLUM: *Annelida* — RÕNGUSSID

Hõimkonna iseloomustus.

Hõimkonda kuulub umbes 8000 liiki, kes jagunevad kolme klassi:

1. *Classis: Oligochaeta* — väheharjasussid
2. *Classis: Polychaeta* — hulkharjasussid
3. *Classis: Hirudinea* — kaanid

Nad on kõige kõrgema arengutasemega ussid. Enamasti on tegemist vabalt elavate vormidega. Keha jaguneb kolmeks osaks: pea, lüliline kere ja anaalsagar. Pea on varustatud mitmesuguste meeleeelunditega: silmad, maitsmis-, haistmis- ja kuulmiselundid. Keha koosneb lülidest ehk segmentidest, mis on teataval määral iseseisvad, sisaldades olulisemate elundkondade osi. Sellist segmentatsiooni nimetatakse **metameeriaks**.

Rõngussidele on iseloomulik **teisene kehaõõs** ehk **tsöloom** (joonis 57, c). Kehaõõnt voorderab kõikjal epiteelirakkude kiht — **tsöloteel**. Kehaõõne jagavad segmentideks ristvaheseinad, keha keskel kulgeb pikivahesein. Kehaõõnt täidab tsöloomivedelik, mis moodustab nn. hüdraulilise toese ja kannab edasi toitaineid, gameete, fagotsüüte, sisenõristusnäärmete eritisi, samuti hapnikku ja süsihappegaasi.

Rõngusside lihased koosnevad **vöötlihasrakkudest**.

Rõngussidel esineb **vereringeelundkond**. Suurte veresoonte seinad tõmbuvad ise kokku ("süda", joonis 57, b), surudes verd läbi kapillaaride. Kaanidel langeb veresoonkond ja tsöloom funktsionaalselt kokku ja moodustub lakuumide ehk laugaste võrk, milles voolab veri. Veri võib olla värvitu, roheline (sisaldab pigment klorokruoriini) või punane (pigment hemoglobiin või heme-rütriin).

Seedeelundkonna iseärasuseks on **seedenäärmete** olemasolu kesksuole seinas.

Erituselundkond on **metanefriidne** (joonis 57, b ja c). Metanefriidid ehk avatoruneerud algavad kehaõõnes lehttriga, järgneb vääniline kanal, mis järgmises segmendis avaneb keha pinnale. Igas segmendis on üks paar metanefriide. Tahkeid osiseid koguvad ja väljutavad soole seinas paiknevad erilised fagotsütoosivõimelised **kloragogeensed rakud** (ekskretofoorid) — pruunid, kollakad või rohekad ekskreete koguvad rakud (kr. k. *chloros* — kollakasroheline + *agein* — viima).

Esmakordselt kohtame ka **hingamiselundkonda**. Hingamine toimub vere-soonterikka naha kaudu, mõnedel meres elavatel rõngussidel on isegi lõpused.

Rõngussid **sigivad** kas **sugulisel teel** või **sugutult** (mõned vees elavad liigid). Magevees ja pinnases elavad rõngussid on enamasti hermafrodiitsed, areng on otsene — ilma vastsevormita.

Isassuguelundkonda kuuluvad paarilised väikesed seemnesarjad, neist lähituvad raiajuhad, mis ühinevad seemnejuhaks. Isassuguava paikneb kõhtmiselt. Seemnesarjade läheduses võivad asuda mahukad seemnepõiekesed, milles toimub spermatosoidide küpsemine ja säilitamine (joonis 57, b).

Emassuguelundkond koosneb munasarjadest, munajuhadest ja emassuguavast. Elundkonna koosseisu arvatakse ka ektodermaalsetest kudetest tekkinud seemnehoidlad, kuhu paaritumisel kogutakse partneri seemnerakud. Viljastumine toimub kas kookonis, s. o. kehaväliselt (vihmauss) või kehasiseselt (kaan).

Järgnevalt tutvume väheharjasusside ja kaanidega.

1. *Classis: Oligochaeta* — väheharjasussid

Väheharjasusside iseloomustus.

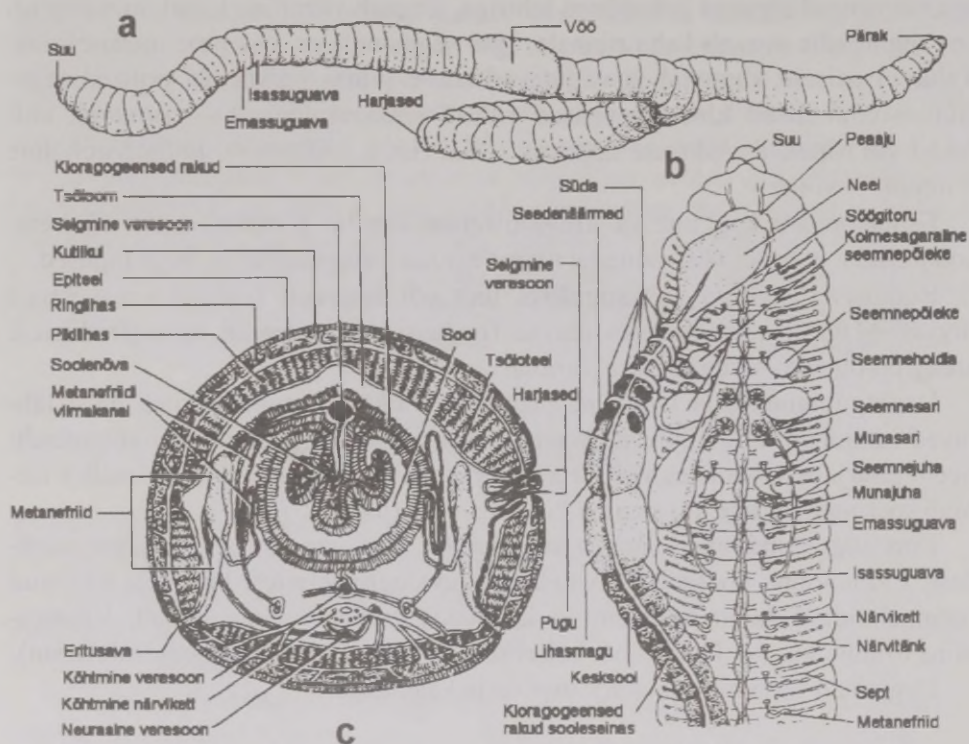
Klassi kuulub umbes 3000 liiki, neist ca 600 elab mageveekogudes, 200 riimvetes, ülejäänud on mullaloomad. Eestis on väheharjasusse 91 liiki.

Keha on lülistunud ehk metameerne. Erinevalt hulkharjasussidest pole väheharjasussidel segmendis kunagi paarilisi jätkeid (parapoode), kuid on neli kimpu harjaseid — kaks selgmist ja kaks kõhtmist kimpu. Erandina võib esineda ka ainult kõhtmist harjastega või hoopis ilma harjasteta liike. Ühes kimbus on tihti ainult kaks ühesugust harjast (vihmauslased). Keha eesotsas asub peasagar, järgneb esimene segment ehk suusagar.

Väheharjasusside **kehasein** ehk nahklihasmõik (joonis 57, c), koosneb viiest põhilisest kihist:

1. naha poolt eritav õhuke kutiikul ehk koorkest;
2. epidermis ehk välimine epiteelirakkude kiht;
3. ringlihas;
4. pikilihas;

5. tsölooteel ehk sisemine epiteelirakkude kiht, mis vooderdab kehaõõnt ehk tsöloomi, kus paiknevad siseelundid.



Joonis 57. Vihmaussi (*Lumbricus terrestris*) ehitus: a — üldvaade, b — siseehitus, c — ristlõige.

Vereringe on suletud, pikisooned kulgevad läbi kogu keha, neid ühendavad igas segmendis ringsooned (joonis 57, b).

Seedeelundkond (joonis 57, b ja c) kulgeb samuti läbi kogu keha ja koosneb suuõõnest, neelust, söögitorust, pugust, maost (üks või mitu), kesksoolest (kõige pikem osa) ja pärasoolest.

Erituselundkond on metanefriidne (joonis 57, b).

Närvisüsteem on küllaltki keeruline. Peasagaras või sellest veidi tagapool, neelu kohal, asub neelupealne närvitank ehk **peaaju** (joonis 57, b). Seda ühendab neelualuse tänguga kaks närvivähti (neeluümbrised, konnektiivid). Igas segmendis on üks kõhtmine tank — tegelikult kaks kokkukasvanud tanku, mis on omavahel ühendatud ühe või kahe pikisuunalise närviväädiga (pikikonnektiiviga) — nii kujuneb **kõhtmine närvikett**. Enamikul väheharjasussidel silmi ei ole, kuid nahas paiknevad fotoretseptorid.

Hingavad naha kaudu. Nahas on rikkalikult verekapillaare ja naha välispind hoitakse niiske.

Paljunemine. Väheharjasussid on hermafrodiitsed. Eneseviljastamist siiski ei toimu. Enne viljastumist toimub paaritumine, mille ajal kummagi looma seemnerakud lähevad üle partneri seemnehoidlatesse. Hiljem, munemise ajal, moodustub vöö (joonis 57, a) piirkonnas kookon, mis kehalihauste kokkutõmmete abil nihutatakse ettepoole. Kookonisse muneb vihmauss munarakud ja lisab seemnehoidlatest seemnerakud. Viljastumine leiab aset kookonis. Lõpuks lükatakse kookon üle peasagara ära. Munad arenevad kookonis, kust hiljem väljuvad väikesed täiskasvanute sarnased ussikesed.

- **Praktiline töö nr. 18.** Hariliku vihmaussi (*Lumbricus terrestris*) ristlõige. Püsipreparaat.

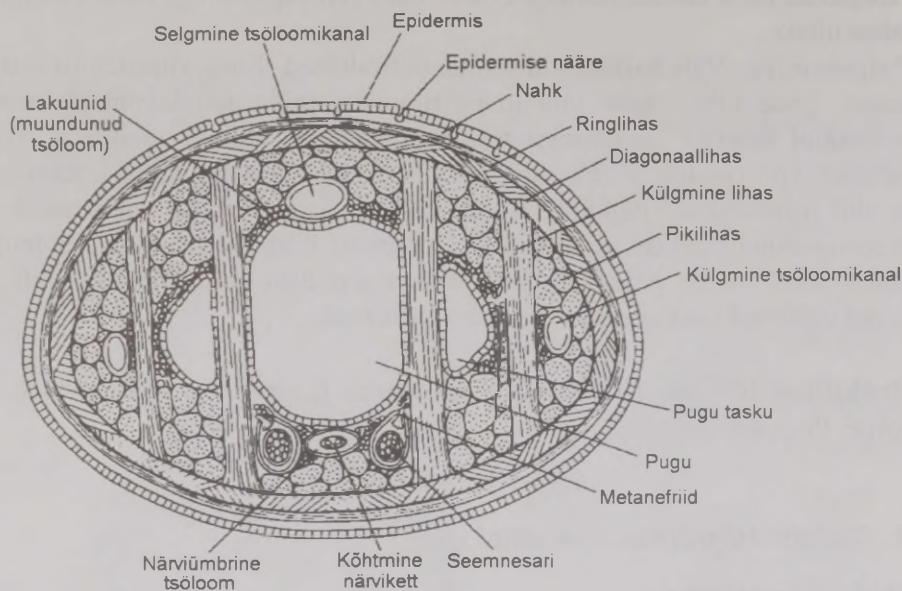
2. Classis: *Hirudinea* — kaanid

Kaanide iseloomustus.

Kaane on umbes 400 liiki, Eestis 12 liiki. Enamik kaane on võimelised imema verd ja nad ründavad väga mitmesuguseid loomi (selgroogsed, limused, vähid, veeputukad, ussid jt.). Inimeste ja teiste imetajate verd on võimelised imema vaid vähesed liigid.

Vere imemiseks kinnituvad kaanid ohvri kehale iminappade (joonis 59) abil. Ka roomamine toimub iminappade abil. Keha on kaanidel väga lihaseline (vihmausslastel moodustab lihaskond keha mahust 30%, kaanidel kuni 65%). Siseelundite vahel paikneb sidekude. Teisene kehaõõs ehk tsöloom (joonis 58) tegelikult puudub (on muundunud veresoonkonnaks). Seedeelundkond võib olla sarnane väheharjasussidele või kohastunud imetud vere säilitamiseks.

Kaanid on hermafrodiidid ja sigivad ainult suguliselt. Viljastumine toimub paaritumisel. Seemnerakkude ülekandmiseks on kaks viisi. Apteegikaan viib seemnerakud peene niidikujulise suguti abil partneri emassuguavasse. Teistel liikidel võivad seemnerakud eralduda erilises kotikeses (spermatofooris), mis kinnitatakse teise isendi nahale. Kinnituskohal tekkinud haavakese kaudu tungivad seemnerakud kehasse, otsivad üles munarakud ja viljastavad need. Viljastatud munad munetakse kookonisse, millest väljuvad juba väikesed kaanid.

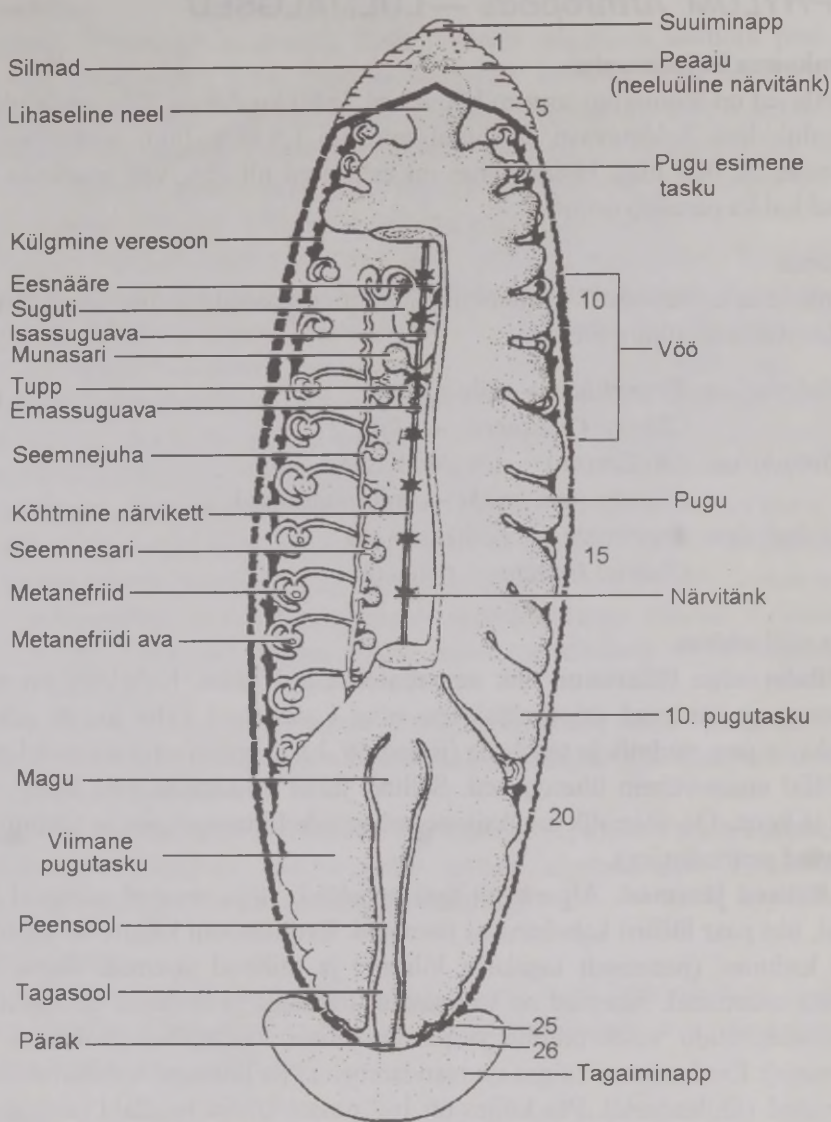


Joonis 58. Apteegikaani (*Hirudo medicinalis*) ristlõige.

● ***Hirudo medicinalis* — apteegikaan** (joonis 59) on keskmiselt 12 cm pikk ja 1 cm läbimõõduga meditsiinilist tähtsust omav kaan. Ravi eesmärgil kasutatakse väikesi, mõne cm pikkusi apteegikaane. Nad elavad tavaliselt väikestes ja madalaveelistes veekogudes. Apteegikaan on üldiselt lõunapoolse päritoluga (Moldova, Ukraina), Eestis on ta võrdlemisi tavaline Saaremaal ja Hiiumaal. Noorloomad imevad verd kahepaiksetelt, täiskasvanud isendid imetajatelt (eeskätt veistelt).

Uuringutest on selgunud, et kaanide poolt eritatav hirudiin (vere hüübimist takistav aine) ja võib-olla veel teisedki “süljenäärme” sekreedis sisalduvad ained mõjuvad hästi mõnede haiguste, eriti tromboflebiidi ja hüpertooniatõve puhul.

□ **Praktiline töö nr. 19.** Apteegikaani (*Hirudo medicinalis*) ristlõige. Püsipreparaat.



Joonis 59. Apteegikaani (*Hirudo medicinalis*) üldehitus. Numbrid tähistavad kehalülisid ehk segmente.

• ***Limnatis nilotica*** — Vahemeremaades, Aafrikas, Taga-Kaukaasias, Kesk-Aasias levinud kaaniliik. See kaan on tõsiselt ohtlik inimestele ja koduloomadele. Ta on niisama suur kui apteegikaan, kuid tema tagaiminapp on oluliselt suurem. Lõuad on väikesed ja võimaldavad verd imeda vaid limaskestadelt (suu, neel, ninaneel, kuse- ja suguteed jne.). Võib põhjustada vereköhimist ja tugevaid verejookse.

IV. PHYLUM: *Arthropoda* — LÜLIJALGSED

Hõimkonna iseloomustus.

Lülijalgsed on loomariigi suurim hõimkond, kuhu kuulub ca 80% teada olevatest loomaliikidest. Eeldatavasti on lülijalgseid ligi 1,5 milj. liiki, sealhulgas Eestis ligikaudu 20 000 liiki. Hõimkonnas on esindatud nii õhu, vee, maismaa vabalt elavad kui ka parasiitvormid.

Süsteem.

Hõimkonnas eristatakse 7 alamhõimkonda, millest antud kursuse seisukohalt olulisteks osutuvad alljärgnevad:

1. *Subphylum: Branchiata* — vähilaadsed
Classis: Crustacea — vähid
2. *Subphylum: Chelicerata* — lõugtundlased
Classis: Arachnida — ämblikulaadsed
3. *Subphylum: Tracheata* — trahheeloomad
Classis: Insecta — putukad

Keha välisehitus.

Bilateraalne lülistunud ehk **segmenteerunud keha**. Kehalülid on erineva ehitusega ja täidavad eri funktsioone ning koonduvad keha kolme põhiossa, milleks on pea, rindmik ja tagakeha (joonis 69, b). Primitiivsetel vormidel on kõik kerelülid enam-vähem ühesugused. Sellisel juhul eristatakse vaid kahte osa — pead ja keret. On võimalik ka üksikute kehaosade liitumine (pea ja rindmik moodustavad pearindmiku).

Lülilised jäsemed. Algselt oli igal kehalülil, välja arvatud esimesel ja viimasel, üks paar lülilisi kaheharulisi jäsemeid. Evolutsiooni käigus on suurem osa neist kadunud (peamiselt tagakeha lülidelt) ja säilinud jäsemete ehitus keerukamaks muutunud. Jäsemed on varustatud liigestega ja täidavad eri funktsioone (liikumine, toidu vastuvõtmine ja peenestamine, hingamine, osalemine kopulatsioonil). Evolutsiooni käigus on taandarenenud ka jäsemete kaheharulisus, välja arvatud vähilaadsetel. Pea küljes on 1–2 paaari lülilisi tundlaid haistmiseks ja kompimiseks ning suised.

Keha katab kitiinkest. Kitiin on heteropolüsahhariid, mis on vastupidav mehaanilistele ja keemilistele mõjutustele. Looduses lõhustub kitiin peamiselt ensüüm kitinaasi toimel. Kitiinkest sisaldab peale kitiini ka lubiainet ja valke. Kest on kehale nii kaitseks kui ka toeseks, kuid ei võimalda loomal pidevalt kasvada. Kasvamine on võimalik vaid perioodiliste kestumiste kaudu. Vahetult enne kestumist moodustub vana kesta all uus, mis on algul õhuke ja veniv. Pärast vana kesta rebenemist ja looma väljumist sellest on uus kest venimisvõimeline. Sellel lühikesel perioodil enne uue kesta tugevnemist (mõnest tunnist mõne päevani) toimubki looma kasv. Kitiinkestale kinnituvad ka lihased, mis osalevad jäsemete talitluses.

Keha siseehitus.

Vereringe. Vereringe on avatud. Süda paikneb selgmiselt soolтору peal ja sisaldab alati arterioosset verd. Vere ja kehaõõne vedeliku segu nimetatakse **hemolümfix**. Veresoonkonnast on selgelt diferentseerunud vaid aort ja arterid.

Hingamine. Hingamiselunditeks on lõpused, trahheed või raamatkopsud, vastavalt sellele, millises keskkonnas loom elab ja millisele arengutasemele on ta evolutsiooni käigus jõudnud. Mõned liigid hingavad ka läbi katete.

Seedimine. Seedeelundkond koosneb ees-, kesk- ja tagasooldest. Soolestiku ehitus varieerub liigiti ning sõltub eelkõige toidust ja toitumisviisist. Ka suiste ja seedenäärmete ehitus on erinev. Peamisteks seedenäärmeteks on süljenäärmed ja maks. Ees- ja tagasool on ektodermaalse, kesksool entodermaalse päritoluga.

Eritamine. Erituselunditena talitlevad tagasoolle jätked ehk Malpighi sooned ning paarilised metanefriidse päritoluga pea- või rindmikunäärmed. Erituselundite hulka kuulub ka putukate rasvkeha (joonis 71, a).

Närvisüsteem. Närvisüsteem on köisredel-tüüpi ja koosneb neelupealsest ja neelualusest tängust ning kõhtmisest närviketist. Neelupealne tänk, mis koosneb kolmest paarist liitunud ganglionidest, talitleb peaauna. Peaaju toime ilmneb eriti keeruliste instinktidega ja kõrgelt arenenud meeleeelunditega liikidel. Kõhtmise närviketi tängud paiknevad metameerselt, sageli on tendents nende tugevaks kontsentreerumiseks.

Lihastik. Lihastik koosneb valdavalt vöötlihasrakkudest, millest moodustuvad lihaskimbud. Seetõttu võivad antud hõimkonna esindajad sooritada suhteliselt keerulisi ja kiireid liigutusi.

Kehaõõs on segakehaõõs ehk miksotsööl (joonis 71, a), mis tekib esmase ja teisese kehaõõne liitumisel embrüonaalse arengu algstaadiumis. Kehaõõnes paiknevad siseelundid ja see on täidetud hemolümfixiga.

Sigimine ja areng.

Sigimine toimub sugulisel teel. Lüljalgsed on enamasti lahksugulised, sageli esineb suguline dimorfism (näiteks isas- ja emaslooma erinev suurus, värvus jne.). Areng toimub reeglina moonde teel.

Evolutsioon.

Ehituselt ja ontogeneesilt on lüljalgsed rõngusside otsesteks järglasteks. Lüljalgsed põlvnevad ürgsetest hulkharjasussidest, kusjuures lüljalgsed erinevad klassid on tekkinud eri ajal ja üksteisest sõltumatult. Seda tõestavad erinevused eri klasside esindajate sise- ja välisehituses.

Meditiiniline tähtsus.

Lüljalgsed hõimkonna esindajad võivad olla inimese parasiidid, tekitada mürgistusi, olla helmintide vaheperemeesteks, siirutada viirusi, riketsiaid, baktereid ja ainurakseid.

1. SUBPHYLUM: *Branchiata* — VÄHILAADSED

Classis: Crustacea — vähid

Vähilaadsete alamhõimkonnas on vaid üks klass, kuhu kuulub ligikaudu 40 000 liiki, kes valdavalt elavad vees.

Välisehitus.

Bilateraalsümmeetrilisel kehal eristuvad metameerselt paigutunud segmendid. Kehal võib eristada pead, rindmikku ja tagakeha (joonis 60). Sageli on pea ja rindmik liitunud, moodustades pearindmiku. Pähe kinnituvad silmad (paaritu lihtsilm ja paarilised liitsilmad); kaks paari tundlaid, mille ülesandeks on haistmine ja kompimine ning kolm paari lõugu, mis osalevad toidu peenestamisel. Rindmiku-jäsemetest eesmised 1–3 paari muutuvad lõugjalgadeks, mis osalevad toidu haaramises. Ülejäänud rindmikujäsemed täidavad liikumisfunktsiooni ja talitlevad hingamiselunditena. Tagakeha jäsemed esinevad ainult ülemvähkidel ning täidavad gaasivahetuse ja liikumise funktsiooni.

Siseehitus.

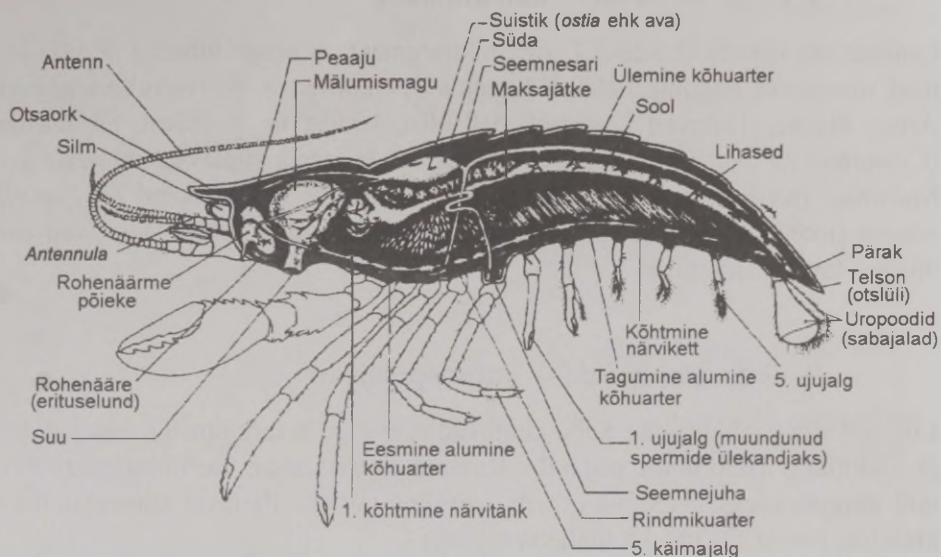
Hingamine. Hingamine toimub kas läbi katete (aerjalalised) või jäsemetega seotud lõpuste abil.

Vereringe. Sõltuvalt arenguastmest on diferentseerunud veresooned ja süda. Ilmneb arenguastme seos hingamiselundkonna arenguga. Primitiivsetel vormidel, kelle hingamine toimub läbi katete, pole vereringe arenenud. Kõrgemal arenguastmel olevatel vormidel toimub hingamine lõpustega ja veresoonkonnas eristuvad süda ning eesmine, külgmine ja tagumine aort. Süda paikneb, olenevalt lõpuste asukohast, kas tagakehas või rindmikuosas. Veres on hingamispigmentiks hemotsüaniin.

Seedimine. Toit viiakse suuavasse ja liigub edasi söögitorru. Söögitoru tagaosa või eessoole eesosa moodustab filtreerimisseadeldise, kitiinhammastega varustatud mälumismaos toimub toidu peenestamine. Kesksoolest eristuvad maksajätked, millel on nii sekretoorne (proteo-, lipo- ja glükolüütiliste ensüümide eritumine) kui ka toitainete imendumisfunktsioon. Seedimata jäägid väljutatakse keha tagaosas paikneva päraku kaudu.

Eritamine. Vähkidel on kaks paari muundunud metanefriide (rohenäärmeid), mis koosnevad põiekesest ja näärmeliste seintega väänlevast torukesest. Reeglina funktsioneerib üks paar vastsestaadiumis, teine adultsetel (täiskasvanud) isenditel. Erituselunditena talitlevad ka alalõugade alusel avanevad maksillaarnäärmed.

Närvisüsteem. Närvisüsteem on köisredel-tüüpi. "Peaajus" eristuvad paarilised sagarad, mis innerveerivad silmi ja tundlaid. Iseloomulik on paaritu kõhtmine närvikett ja närvitänkude kontsentratsiooni tõus seoses kehalülide liitumisega. Areneb ka sümpaatiline närvisüsteem, mis innerveerib soolтору.



Joonis 60. Hariliku jõevähi (*Astacus astacus*) ehitus.

Sigimine ja areng.

Vähid on enamasti lahsugulised vormid, nende munad on reburikkad. Lõigustumine on osaline ja pindmine. Areng toimub moondega, s. t. vastne erineb oluliselt valmikust. Eristatakse vaeg- ja täismoondega arengut.

1. Subclassis: **Entomostraca** — alamvähid

Enamasti mikroskoopilised vormid. Pearindmik jäsemetega, tagakeha jäsemeteta, puudub mälumismagu, anaalsegmendil esineb hark, on säilinud lihtsilml.

Ordo: **Copepoda** — aerjalalised

Sõudikud on laiussi *Diphyllbothrium latum* ja mediina niitussi *Dracunculus medinensis* vaheperemeesteks.

Enamlevinud esindaja: *Cyclops strenuus* — tavaline sõudik (joonis 61).

2. Subclassis: **Malacostraca** — ülemvähid

Isenditel esineb kindel arv kehalülisid, tavaliselt 5+6+8. Anaalsegmendil puudub hark, tagakehal esinevad jäsemed. Leidub nii mikro- kui makroskoopilisi vorme.

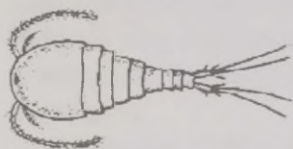
1. Ordo: *Isopoda* — kakandilised

Lameda kehaga vähid, kellel 1. rindmikusegment on peaga liitunud ja selle jäsemed muutunud lõugjalgadeks. Käimajalad paiknevad 2.–8. rindmikusegmendil. Areng otsene. Toituvad peamiselt detriidist, kõdust ja taimedest. Kalakakandi (*Cymothoa sp.*) suuremad isendid võivad imeda meres suplevate inimeste verd. Maismaal (niiskes pinnases, kõdus) elutseb tavaline keldrikakand — *Porcellio scaber* (joonis 61). Läänemeres teeb kalasaagile olulist kahju *Mesidotea entomon* — tavaline merikilk.

2. Ordo: *Decapoda* — kümnejalalised

Liigirikkaim vähkide selts, kuhu kuuluvad suurimad ja tuntuimad esindajad. Pead ja rindmikku katab ühtne seljakilp. Rindmikujaalgadest on 3 esimest paari arenenud lõugjalgadeks. Arengus esineb keeruline moone. Paljusid kümnejalalisi — krabilisi, krevetilisi jne. kasutatakse toiduks.

Eesti jõgedes elab alamklassi tüüpiline esindaja *Astacus astacus* — harilik jõevähk (joonis 60). Mitmed Kaug-Ida vetes elavad krabiliigid (näiteks *Eriocheir japonicus* — jaapani villkäppkrabi) on kopsu-kakssuulase (*Paragonimus westermani*) arengutsükli vaheperemeesteks. Läänemere riimvees elab harilik rändkrabi — *Rhithropanopeus harrisi* (joonis 61).



O.: Copepoda
Cyclops - sõudik



O.: Isopoda
Porcellio - keldrikakand



O.: Decapoda
Rhithropanopeus - rändkrabi

Joonis 61. Vähilaadseid.

2. SUBPHYLUM: *Chelicerata* — LÕUGTUNDLASED

Lõugtundlased on suur ja mitmekesine lülilalgsete alamhõimkond, kes on enamikus maismaavormid ning kuuluvad ämblikulaadsete (*Archinida*) klassi. Veelised vormid kuuluvad ürglõugtundlaste (*Merostomata*) klassi. Lõugtundlaste kehasegmendid ühinevad pearindmikuks ja tagakehaks. Pearindmikule kinnitub 6 paari jäsemeid: helitseerid ehk lõugtundlad, pedipalpid ehk lõugkobijad ja 4 paari

käimajalgu. Lõugtundlad talitlevad lõugadena, lõugkobijad saagi haarajatena või kompimiselunditena. Iseloomulikuks tunnuseks on tõeliste tundlate puudumine. Siseehituses on iseloomulikuks maksa olemasolu ning algsete erituselundite ehk kooksaalnäärmete säilimine Malpighi soonte kõrval.

Classis: Arachnida — ämblikulaadsed

Ämblikulaadseid on umbes 35 000 väliskujult väga erinevat liiki.

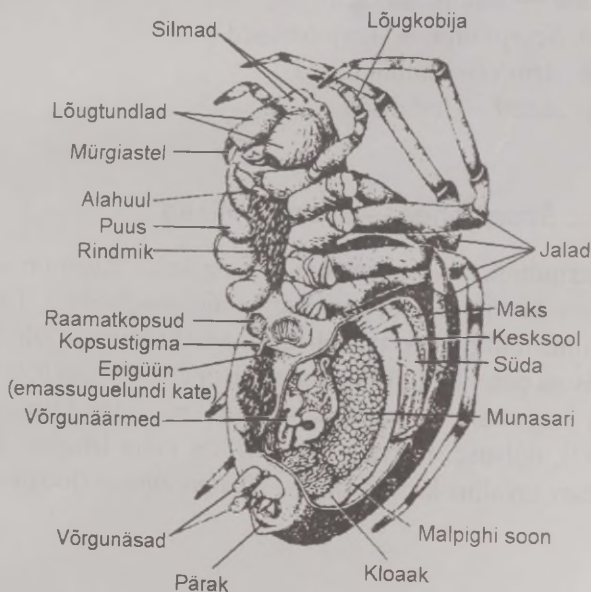
Välisehitus.

Keha lülid on suurel määral liitunud. Pearindmikul esineb 6 paari lülilisi jäsemeid. Lõugtundlad on lühikesed ja lõpevad kas sõra või küünisja lüliga, mille tipus mõnedel liikidel avaneb mürginääre (joonis 62). Lõugkobijad on hulgalülilised. Käimajalgu on 4 paari. Osadel liikidel avanevad tagakehal võrgunäärmed. Pearindmiku eesosas on 1–6 paari lihtsilmi.

Siseehitus (joonis 62).

Vereringe. Kõrgemalt arenenud vormidel esineb pulseeriv seljasoon — süda. Südame ees- ja tagaosast väljub aort. Lisaks lähtub südamest ka paar külgmisi artereid, milledest veri voolab elundite vahele. Mitmetel parasiitvormidel (lestad) võib süda puududa.

Hingamine. Hingamiselunditest esinevad trahheed ja raamatkopsud. Parasiitidel võivad hingamiselundid puududa ja gaasivahetus toimub neil hingeava kaudu.



Joonis 62. Ristämbliku (*Araneus diadematus*) ehitus.

Seedimine. Sooltoru jaotatakse ees-, kesk- ja tagasooleks. Suuavale järgneb neel, mis läheb üle söögitoruks. Kesksoole umbjätked moodustavad tagakehas suure näärme — maksa, mille rakud on võimelised rakusiseseks seedimiseks ja seal toimub ka toitainete imendumine. Kesksoole tagaosa moodustab kloaagi. Tagasooles toimub tahkete jääkide kogunemine ning väljutamine päraku kaudu.

Eritamine. Erituselunditeks on evolutsioonilise uutmoodustisena Malpighi sooned. Need sooned kujutavad endast kehaõõnest umbselt algavaid torukesi, mis avanevad kesk- ja tagasoole ühinemiskohta kloaagi lähedal. Nende kaudu eritatakse tahkel kujul organismis ainevahetuse käigus tekkinud kusihapet. Eritusfunktsiooni täidavad ka koksaalnäärmed ja nefrotsüüdid. Viimased on erilised elunditevahelistes õõntes asuvad rakud.

Närvisüsteem. Närvisüsteem on tugevalt kontsentreerunud. Peaajus eristuvad sagarad, mis innerveerivad silmi ja lõugtundlaid. Sageli võib peaaju ühineda suuremal või vähemal määral pearindmiku närvimassiga. Kõhtmine närvikett on reeglina asendunud ühtse tänkude kogumikuga eeskehas.

Sigimine ja areng.

Maismaavormidel esineb kehasisene viljastamine. Munad on reburikkad, lõigustumine osaline ja pindmine. Areng on otsene ja sageli esineb lõimetishoole.

Süsteem.

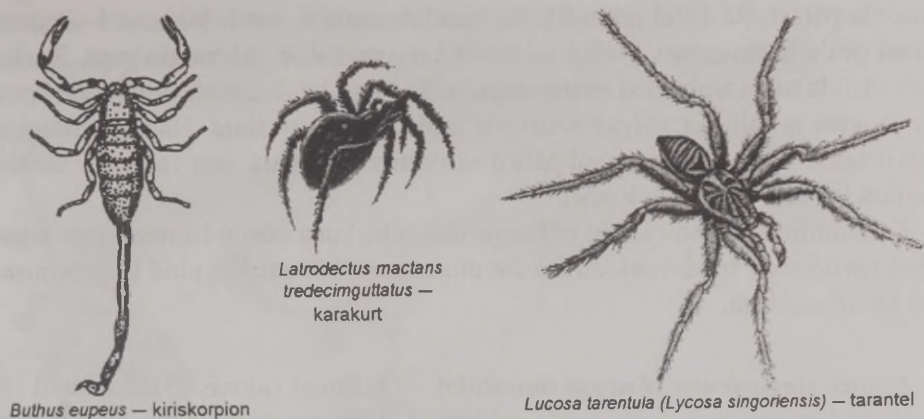
Erinevail andmeil jaguneb ämblikulaadsete klass 9–11 seltsiks. Kursuses leiavad käsitlemist kolm seltsi.

Classis: **Arachnida** — ämblikulaadsed

1. *Ordo:* **Scorpiones** — skorpionilised
2. *Ordo:* **Aranei** — ämblikulised
3. *Ordo:* **Acari** — lestalised

1. Ordo: Scorpiones — skorpionilised

Kehal eristub pearindmik, eestagakeha ja tagatagakeha. Keha on selgelt lülistunud. Pearindmikule kinnituvad lõugtundlad ja liikumisjäsemed. Tagakehal jäsemeid ei ole. Paariline mürginäärme avaneb tagatagakeha viimase lüli tipul. Skorpionid on öise eluviisiga putuktoidulised loomad. Esineb 600 kuni 650 liiki. Inimesel kutsub skorpioni torge esile lokaalse paistetuse, valulisuse, külmavärinad, palavikuhoo (ca 40°C), unisuse. Harvadel juhtudel on mõju letaalne. Esindajaks on Kesk-Aasias elutsev tavaline kiriskorpion — *Buthus eupeus* (joonis 63).



Joonis 63. Ämblikulaadseid.

2. Ordo: *Aranei* — ämblikulised

Pearindmik ja jäsemeteta tagakeha on ühendatud sidevardakese abil. Mürginääre avaneb lõugtundlate küünisjas lõpulüüsis. Ämblikele iseloomulikuks tunnuseks on 4 paari võrgunäasad tagakehal. Seedimine erineb teistest ämblikulaadsetest. Omastatakse vaid vedelat toitu. Selle saamiseks on arenenud esmane kehaväline seedimine, kus seedeensüümiderikas nõre juhitakse saaklooma. Poolvedel toit imetakse lihaselise neelu abil söögitorusse. Söögitoru laieneb imimaoks ehk ees-sooleks, seejärel liigub toit kesksoolde. Kesksoolde suubub ka paariline maksanääre.

- *Latrodectus mactans* — **karakurt**, ka nn. must lesk. Kesk-Aasia, Kaukaasia, Krimmi ja Vahemere-äärsetel stepialadel (*Latrodectus mactans tredecimguttatus*, joonis 63) ning Põhja- ja Kesk-Ameerikas (*Latrodectus mactans mactans*) elutsev mustjaspruun ämblik, kelle tagakehal paiknevad selgmiselt punakad täpid. Tema mürk on inimesele väga ohtlik neurotoksiin. Emase isendi suurus on 10–20 mm ja isasel 4–7 mm. Levinud elupaigaks on stepivöönd (pujusöödid, kaldaalused) ja kõnnumaa, kus emasämblikud teevad sageli pesa näriliste urgudesse. Tänapäeval pesitsevad ka äärelinnades, kuhu meelitab neid vesi.

Munad talvituvad võrguniidiga vooderdatud urus kookonisse pakitult. Noored ämblikud väljuvad munadest aprillis, suguküpsus saabub juunis. Karakurdi mürk on 15 korda tugevama toimega kui kõige mürgisema mao — lõgismao — mürk. Eriti mürgised on suguküpsed emasisendid. 10–15 minutit pärast karakurdi hammustust levib terav valu ristluude ja rinnapiirkonnas, jalad kangestuvad. Hammustatu tunneb surmahirmu, tema näonahk omandab sinaka varjundi, pulss aeglustub, uriini tekib valk. Tugevad valud ei lase uinuda. Umbes 3–5 päeva pärast ilmub nahale lööve, haige tervislik olukord muutub kergemaks. Tervistumine algab 2–

3 nädala pärast. Rasketel juhtudel, kui puudub arstiabi, sureb inimene 1–2 päeva pärast peale hammustust. Haige seisundit kergendatakse valuvaigistitega. Raviks võib süstida tugevatoimelist vastumürki, mida aga tohib kasutada ainult ühe korra elu jooksul ja millega võivad kaasneda ohtlikud kõrvalnähud. Hammustuskohta soovitatakse 2–3 minuti jooksul pärast salvamist kõrvetada, sest valguline ämblikumürk laguneb kuumuse toimele.

Karakurdid tekitavad kahju põllumajandusele, kuna nende hammustuste tagajärjel kariloomad hukkuvad. Arvukuse piiramiseks hävitatakse neid paljunemise ajal kemikaalidega.

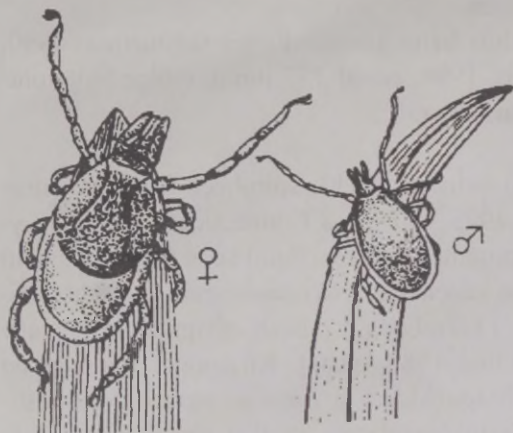
• *Lycosa singoriensis* (*Lucosa tarantula*) — **tarantel** (joonis 63). Tarantlid on karakurtidest peaaegu kaks korda suuremad, tugevate lõugtundlatega, millega suudavad hammustada läbi inimese naha. Nende mürk pole inimesele nii ohtlik kui karakurdi mürk. Salvamise korral tekib herilase nõelamisele sarnane valu. Tagakehas asub tarantil võimas võrgunäär, mille poolt toodetavast niidist on võimalik valmistada õmblusniiti (näit. Hiinas), kududa kangast, valmistada sukki ja kindaid.

3. Ordo: **Acari** — leсталised

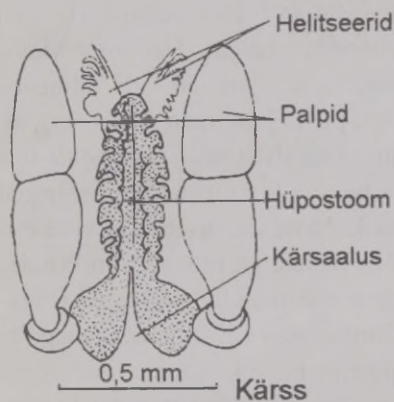
Lestaliste seltsi esindajatel on keha tavaliselt lülistumata. Suised on haukamis-, imemis- või pistmis-imemistüüpi. Iseloomulik on kärsa teke. Seoses väikeste mõõtmetega võivad mitmed elundsüsteemid (vereringe, hingamine) taandareneda. Seltsi kuulub 10 000 liigi ümber. Eestis leidub 1000 liigi ümber. Osa liike elab looduses vabalt, osa on taimede ja loomade parasiidid. Seltsis on ka rida inimeste parasiite ja haiguste siirutajaid.

Puugid — *Ixodoidea* (joonis 64) on verd imevad parasiidid, kes varitsevad ka inimest. Kujult ovaalsed, pearindmik ja tagakeha pole selgelt eristatavad. Emastel isenditel asub seljakilp keha eesosas, isastel üle kogu selja. Pearindmikul on 6 paari jäsemeid, millest 2 esimest paari moodustavad kärsa. Kärss koosneb helitseeridest, hüpostoomist ning palpidest. Helitseeridega tekitatakse haav ja hüpostoomiga puuk kinnitub (joonis 65). Käimajalad on varustatud küünistega, mis võimaldavad puugil karvastikus liikuda ja kinnituda. Arengus on üks nümfi-staadium ja liigiomane arv kestumisi enne valmikustaadiumi saavutamist. Eestis on 5 liiki puuke. Puugihammustuse korral on oht parasiiti mitte õigeaegselt märgata, sest puugi sülg sisaldab tuimestavaid aineid. Puugid jäävad verd imedes naha külge 3–5 päevaks, mille jooksul emasisendi kehakaal võib suureneeda kuni 300 korda.

- *Ixodes ricinus*, *Ixodes persulcatus* — vastavalt võsapuuk ja laanepuuk on Eesti sagedasemad puugid. Kaheks ohtlikuks haiguseks, mida mõlemad liigid Eestis levitavad, on puukentsefaliit ja puukborrelioos.



Joonis 64. Puugid peremeest varitsemas.



Joonis 65. Võsapuugi (*Ixodes ricinus*) suuaparaat.

Entsefaliidi ehk ajupõletiku viiruse peamine looduslik reservuaar ja siirutaja on laanepuuk. Hammustuse kohal võib nahk hakata veidi punetama, sügelema ja kipitama. Nakatunud puugi korral ilmnevad haigusnähud 1–4 nädala jooksul, kõige sagedamini 10–12 päeva pärast.

Haigus algab järsku — kehatemperatuur tõuseb kiiresti 38–39°C ja püsib mõne päeva. Palavikuga kaasnevad peavalu, nõrkus, oksendamine. Haigus kulgeb sageli kahe lainena. Mõne päeva pärast nähud vaibuvad ja enesetunne paraneb, kuid 2–14 päeva möödumisel tõuseb palavik uuesti, haige oksendab, peavaluga kaasneb kuklakangestus. Teise palavikuperioodi ajal võib tekkida ka kaela, ölavöötme ja käte halvatus. Haiged muutuvad uimaseks ja ükskõikseks. Nädala pärast võib palavik jällegi kaduda. Kahtluste vältimiseks tuleb puugihammustuse aeg alati meelde jätta. Kui eespool nimetatud peiteaja möödudes ilmneb palavik

ja peavalu, siis ei maksa seda pidada külmetushaiguseks või gripiks, vaid tuleb pöörduda koheselt arsti poole.

Puukentsefaliidi vastu on välja töötatud vaktsiin, mida süstitakse neile, kellel on vaja töötada nakkusohtlikus piirkonnas.

Viimastel aastatel on puukentsefaliiti haigestumine Eestis sagenenud: 1990. aastal 37 juhtu; 1993. aastal 163 juhtu; 1994. aastal 177 juhtu. Kõige puugiohtlikumad on Pärnumaa, Põlvamaa ja Harjumaa.

Borreliaos. Haiguse põhjustajaks on krupipisik ehk spiroheet *Borrelia burgdorferi*. Seda kirjeldati esmakordselt 1975. a. USA-s Connecticuti osariigis Lyme'i linnakeses aset leidnud haigusjuhtumite uurimisel, kuid seos puukidega tehti kindlaks alles 1982. aastal. Seetõttu on vanemates trükistes borreliaosi kohta käibel mitu nimetust (Lyme'i tõbi, Lyme'i borreliaos jt.). Eestis diagnoositi esimene puugist põhjustatud Lyme'i tõve juhtum 1985. aastal. Kirjanduse andmeil on Eestis borreliatega nakatunud 5,2% võsapuukidest ja 7,6% laanepuukidest. Eestimaa mandriosas toimub nakatumine puukborreliaosi aprillist septembrini. Meie saartel on geograafilise isolatsiooni tõttu puugid esialgu nakkusvabad.

Puukborreliaos ehk migreeruv ja krooniline erüteem (verev nahapunetus) on mitmekesiste haigusnähtudega ja raskesti diagnoositav haigus. Hammustuskoha ümber tekib tavaliselt muust nahast kõrgem punetav laik, mis laieneb. Suurenev laigu keskosa kahvatub, selle rändav piirjoon aga püsib punasena. Lööve on valutu, püsides mõnest päevast 3–4 nädalani. Individuaalselt võib haiguspilt olla küllaltki erinev. Nahapunetusega võib kaasneda pea- ja kurguvalu, lümfisõlmede suurenemine, lihase- ja liigesevalu, nõrkus, palavik. Need vaevused ei tarvitse esineda korraga, vaid vahelduvad ning kaovad mõne nädala jooksul. Aja möödudes (nädalad, kuud) ilmnevad 10–18%-l nakatunutest südamealgluse häired (kiirenenud südametegevus, juhtehäired, harvem südamelihase- või südamepaunapõletik) ja närvisüsteemi kahjustused (närv- ja ajukelmepõletik, näonärvihaigus). Hiljemalt paari aasta möödudes areneb 60%-l ravita jäänud nakatunutel liigese-põletik. Kõige sagedamini haigestuvad põlve-, harvem õla-, hüppe-, sõrme-, randme- jt. liigesed. Ravimata puukborreliaos võib muutuda krooniliseks, kusjuures esiplaanile tõusevad liigesevaevused, kuid vahel kahjustub ka närvisüsteem.

Haiguse avastamiseks kasutatakse borreliaosivastaste antikehade määramist vereseerumist. Õigeaegse avastamise korral allub haigus hästi antibiootilisele ravile, komplikatsioone peaaegu ei teki. Krooniliseks muutunud tõve puhul on ravi aega nõudvam ja keerulisem. Seepärast soovitatakse puugi hammustuse aeg meelde jätta ja palaviku tõustes pöörduda kahtluste korral kohe arsti poole. Uuringud on näidanud, et borreliad kanduvad harva inimesele juhul, kui puuk on saanud imeda verd alla 48 tunni. Puukborreliaosivastast vaktsiini pole siiani õnnestunud luua.

1993. aastal registreeriti Eestis 149 ja 1994. aastal juba 164 puukborreliaosi juhtumit. On tõenäoline, et kõik haigusjuhud ei jõua ametlikku statistikasse.

Lestalistes kannavad edasi ka teisi haigusi: Põhja-Aasias siirutab lestaline *Demacentor nutalli* tähnilist tüüfust, Kesk-Aasias leiduv *Ornithodoros papillipes* kannab üle taastuvat tüüfust. Krimmis ja Kaukaasias leviv *Rhipicephalus sanguineus* siirutab tähnilist tüüfust ja viiruslikku marutaudi. Stepivööndis leviv *Demacentor marginatus* ja metsavööndi lõunaosas esinev *Demacentor pictus* siirutavad tulareemiat.

Puugitõrje. Metsa minnes soovitatakse kanda mütsi ja riietuda heledatesse riietesse, sest nende pealt on tumedad puugid hästi märgatavad. Tagasi koju jõudes tuleks kontrollida riideesemeid, keha ja juukseid, et avastada parasiidid enne, kui nad jõuavad tungida naha sisse. Puukide peletamiseks kasutatakse veel naha töötlemist repellentide ehk putukatõrjevahenditega.

Juhul kui puuk on jõudnud tungida naha sisse, soovitatakse toimida järgmiselt: kodustes tingimustes on käepärane kasutada õmblusniidist lingu, kusjuures niit keeratakse naha ja puugi vahele ning tõmmatakse ettevaatlikult, liigutades puuki linguga vasakule-paremale. Sama võib teha, hoides väljaulatuvat osa puugist teravaotsaliste pintsettide vahel. Järsult rebides võib puuk katki minna ja tema pea naha sisse jääda. Nüüd tuleb pea eemaldamiseks kasutada kas nõela abi või pöörduda arsti poole või traumapunkti. Parasiidi pea tuleb aga tingimata kätte saada, sest tõvestavad viirused asuvad just puugi süljenäärmeis. Pärast puugi väljatõmbamist määratakse hammustuskohta kas piirituse või joodiga. Varasemas meditsiinikirjanduses soovitatakse nii sisseimenud puuki kui ka nahka puugi ümber määrida õli või vaseliiniga, mis suleks parasiidi õhusoonete avad ja lämbumise korral puuk "oksendab" sülje koos haigusetekiitajatega ohvri organismi, mis suurendab haigestumise ohtu.

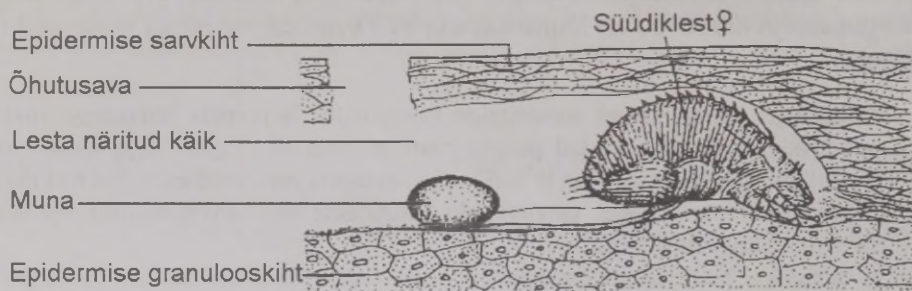
Oluline on puugi eemaldamise kiirus. On teada, et veresooneni jõudmiseks kulub lestalisel ca 20 min. Samuti on puukentsefaliiti nakatumise oht väike, kui puuk koos peaga eemaldatakse 3 esimese tunni jooksul pärast hammustust.

- **Praktiline töö nr. 20.** Laanepuugi (*Ixodes persulcatus*) üldehitus ning helitseeride, pedipalpide ja hüpostoomi ehitus. Püsi preparaati.

Süüdiklestad (*Sarcoptoidea*) hulka kuulub väike arv liike, kes parasiteerivad imetajatel loomadel ja inimesel. Süüdiklestad on sõrakujuliste lõugtundlatega ja toituvad tahkest loomsest substraadist. Hingeavad (stigmad) puuduvad.

- ***Sarcoptes scabiei* — süüdiklest** põhjustab inimestel haigust nimetusega sügelised. Emasisend on 0,3 mm pikkune, isane kaks korda väiksem (joonis 67). Kehapind on kurruline, katted nahkjad, varustatud kidadega. 4 paari käimajalgu on paarikaupa grupeerunud — kaks paari on suunatud ette-, kaks tahapoole. Isased ja vastsed elutsevad nahapinnal, emased elutsevad nii nahapinnal kui uuristavad naha sarvkihis horisontaalseid käike (joonis 66). Käikude soppidesse munevad nad 20–30 muna. Pärast munemist emased hukkuvad, isased surevad tavaliselt kohe peale viljastamist. Embrüonaalne areng vältab 5–10 päeva. Vastsed are-

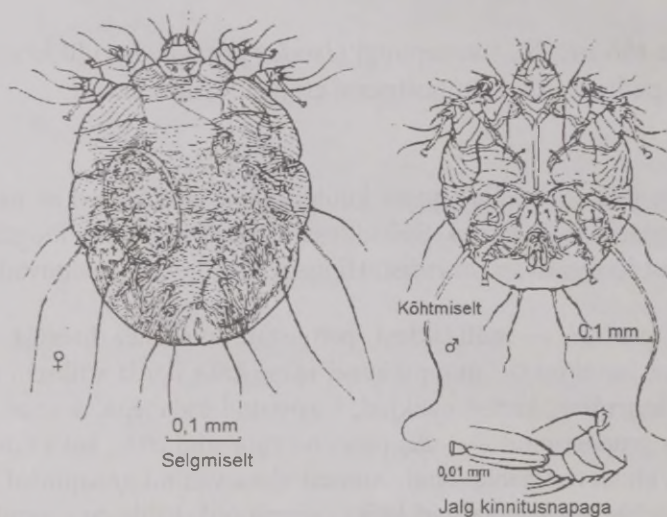
nevad algsest nahakäikudes, kus nad läbivad rea kestumisi. Seejärel väljuvad nad naha pinnale, kuhu jäävad elama suguküpsuse saabumiseni. Emased tungivad aga pärast viljastumist uuesti naha sarvkihti, kus arengutsükkel kordub.



Joonis 66. Süüdiklest (*Sarcoptes scabiei*) nahas.

Süüdiklestad kanduvad edasi otsese kontakti teel, samuti saastunud voodipesuga, harvem esemete kaudu. Parasiit püsib riides (voodipesus) elusana kuni 4 päeva. Sügeliste peiteaeg on üks kuu, mille vältel nakatunu muutub ülitundlikuks sügelisestade ja nende ainevahetusproduktide suhtes. Tekib naha sügelemine, mis on eriti intensiivne öhtuti pärast voodisse heitmist. Samal ajal ilmub nahale ka lööve. Sügelislööve lokaliseerub täiskasvanutel peamiselt sõrmede vahel, küünarlohkudes, kõhul, sest neis paigus on marrasknahnäht. Sest neis paigus on marrasknahnäht.

Sügelisi registreeriti Eestis 1990. aastal 846 juhtu, 1993. aastal 6879 juhtu ja 1994. aastal 7686 juhtu, neist esmakordseid oli 6716, — 3249 meest ja 3467 naist.

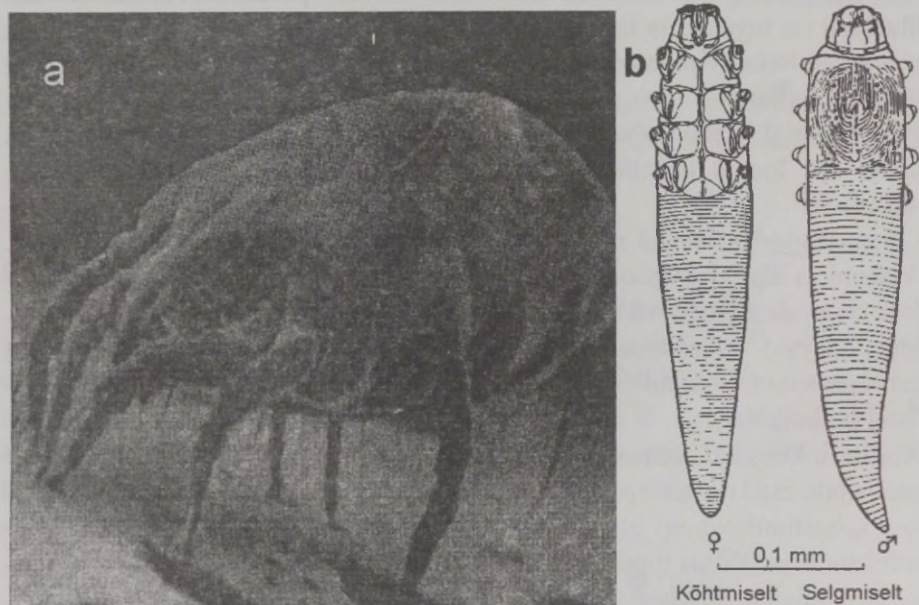


Joonis 67. Süüdiklesta (*Sarcoptes scabiei*) valmikud.

□ **Praktiline töö nr. 21.** Süüdiklesta (*Sarcoptes scabiei*) üldehitus. Püsiparaat.

● *Dermatophagoides pteronyssinus* — toatolmulest (joonis 68, a). Toatolmulest on üks levinumaid allergeene (veel sagedasemaks on kassi ja koera karvad). Lestadele meeldib elada niiskes ja soojas keskkonnas ning nad kardavad tõmbetuult. Kirjanduse andmeil võib inimese kohta olla voodis umbes 1 miljon toatolmulesta.

● *Demodex folliculorum* — inimese naha karvanääpsudes ja rasunäärmetes parasiteeriv vagellestaline (joonis 68, b). Vagellestade pikkus on 0,2–0,4 mm ja nad on usja välimusega endoparasiidid. Põhjustavad dermatiite.



Joonis 68. Tavalisemaid nügilesti inimesel: a — toatolmulest (*Dermatophagoides pteronyssinus*), b — vagellest (*Demodex sp.*).

3. SUBPHYLUM: *Tracheata* — TRAHHEELOOMAD

Alamhõmkonda kuuluvad valdavalt maismaal elavad lüliljalgsed, kes hingavad trahheedega. Kehal eristuvad pea, rindmik ja tagakeha. Peas on üks paar tundlaid ja kolm paari suiseid. Seedeelundkonnas puudub maks. Erituselunditeks on Malpighi sooned ja rasvkehad. Biokeemilised ainevahetusreaktsioonid ja füsioloogia on suunatud vee kokkuhoiule. Lisaks sellele sisaldavad kehakatted vaha ja rasvataolisi aineid, mis kaitsevad organismi liigse veekaotuse eest.

Classis: *Insecta* — putukad

Putukad on loomariigi kõige arvukam klass, milles on eri liike umbes 900 000, Eestis esineb neist 15 000.

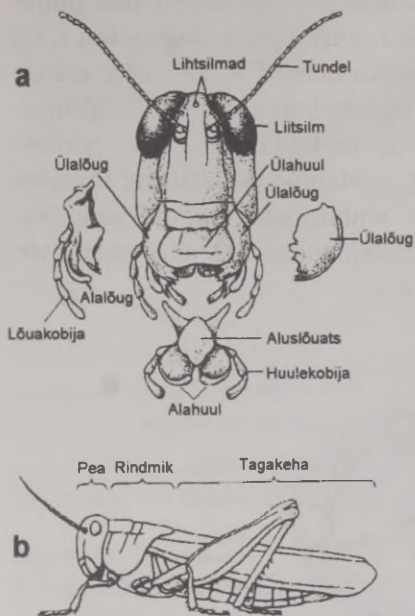
Välisehitus.

Keha jaguneb kolmeks osaks: pea, rindmik ja tagakeha (joonis 69, b), neid kõiki katab kitiinkest. **Peas** asuvad meeheelundid — 1 paar liitsilmi ja 2 või 3 lihtsilma; üks paar tundlaid, millel paiknevad kompimiskarvakesed, maitsmis- ja haistmiselundid ning skolopiidid. Viimased registreerivad keskkonnas toimuvaid võnkeid. Meeheelundid esinevad ka üle kogu keha, näiteks jalgadel, tiibadel jne. Peas asub ka 3 paari suiseid toidu haaramiseks. Suised jagunevad talitluse alusel 4 põhitüüpi:

1. Haukamissuised, mis esinevad tahket toitu söövatel putukatel. Haukamissuiste ülalõuad on tugevad ja harilikult kolmnurksed ning nad on kohastunud toidu peenestamiseks. Esinevad mardikalistel ja sihktiivalistel (joonis 69, a) ning liblika röövikutel.
2. Pistmissuised, mille puhul lõuad on muutunud teravateks pisteharjasteks, et taime või looma kudetest koemahla kätte saada. Esinevad kirbulistel ja sääselistel.
3. Libamissuised esinevad nii vedelast kui tahkest toidust toituvatel putukatel. Alahuul ja alalõuad moodustavad pika imikärsa, mis talitleb toidu vastuvõtjana sügavatest kitsastest avadest. Esinevad mesilastel.
4. Imemissuised — alalõuad moodustavad imilondi ja teised suiste osad on taandarenenud. Imilondi abil saab imeda ainult vedelat toitu. Esinevad liblikalistel (valmikutel).

Rindmik koosneb kolmest lülis ja igale lülile kinnitub üks paar jalgu. Jalad ei hargne ja jala osad on keha poolt alates järgmised: puus, pöorel, reis, sääre ja käpp. Seoses kohastumisega eri elukeskkondadega ja erinevate liikumisviisidega võib jalgade ehitus ja talitus tugevasti varieeruda. Eristatakse jooksu-, hüppe-, kaeve-, rööv- ja kobijalgu. Rindmikule kinnitub enamikel putukatel ka kaks paari tiibu. Reeglina on lennutiivad kilejad ja liigiomase soonistusega. Kattetiivad on nahkjad või sarvjad. Lennulihased asuvad samuti rindmikuosas. Mõnedel parasiitidel (täid, kirbud) on tiivad evolutsiooni käigus taandarenenud.

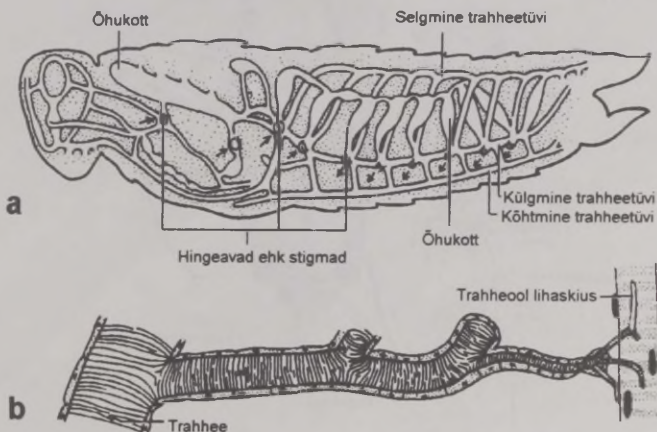
Tagakeha koosneb reast lülidest ja on kõrgelt arenenud vormidel jäsemeteta. Alamatel putukatel on tagakeha lülidel jätked, mis funktsioneerivad kas meelevõi haardeelunditena. Tagakehas asub enamik siseelundeid.



Joonis 69. Harilik lauluritsikas (*Tettigonia cantans*): a — pea koos suistega, b — üldvaade.

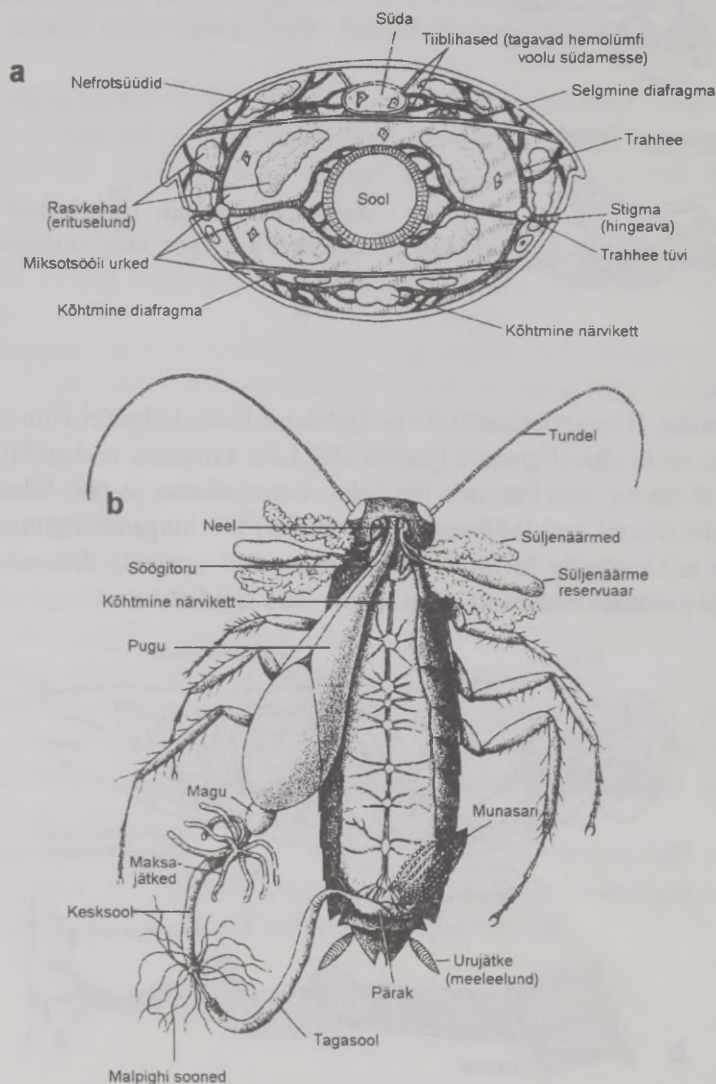
Siseehitus.

Hingamine. Hingamiselunditeks on trahheed. Keha külgedel võib olla kuni 10 paari hingeavasid ehk stigmasid (joonis 70). Läbi hingeava eeskambri läheb õhk trahheede süsteemi, mis hargneb üle keha. Gaasivahetus ja õhu liikumine tagatakse kas difusiooni teel (väiksematel vormidel) või hingamislüügituste abil, s.t. kerelihaste kokkutõmbumise ja lõtvumisega (suuremad vormid). Mõnedes kudedes ning vees ja pinnases elutsevad isendid hingavad läbi katete.



Joonis 70. Hariliku lauluritsika (*Tettigonia cantans*) trahheed: a — trahheevõrgustik, b — trahheesüsteemi detail.

Seedimine. Seedeelundkond koosneb suuõõnest, neelust, söögitorust (mille tagaosa laieneb puguks), eesmaost või eessoolest, kesksoolest, tagasoolest ning pärakust (joonis 71, b). Suuõõnde nõristub süljenäärmete nõre. Söögitoru esineb pika kitsa toruna. Pugu on toidumahutiks või tagasirõhitsetava toidu töötlemise kohaks (mesilased, sipelgad). Eesmao funktsiooniks on toidu mehaaniline peenestamine kitiinhammaste abil. Kesksooles toimub seedimine ja toitainete imendumine, tagasooles vee imendumine. Kesksoole ümbjätked talitlevad maksana. Sooltoru pikkus sõltub tarbitava toidu iseloomust, taimtoidulistel putukatel on see tunduvalt pikem võrreldes loomtoiduliste putukatega.



Joonis 71. Putuka siseehitus: a — ristlõige putuka rindmiku piirkonnast, b — tarakani (*Blatta orientalis*) siseelundid.

Vereringe on avatud. Tagaosast suletud paljukambriline süda saab hemolümf ostiate kaudu kehaõõnest — miksotsöolist (joonis 71, a) ja pumpab selle aorti, mis avaneb peapiirkonna miksotsööli urgetesse (ld. k. *sinus*). Hemolümf gaaside transpordil ei osale.

Eritamine. Kesk- ja tagasoolde ühinemiskohta avanevad Malpighi sooned (joonis 71, b), mille arv varieerub 2–150. Ainevahetuse lahustuvad jääkproduktid absorbeeritakse Malpighi soonte seinte rakkude poolt, muudetakse kusihaape kristallideks ja väljutatakse tagasoolde. Niiskes keskkonnas elavatel putukatel talitlevad Malpighi sooned osmoregulaatorina, eemaldades üleliigse vee.

Närvisüsteem. Esineb neelupealne närvirakkude kogumik ja kõhtmine närvikett (joonis 71, b). Peaaju on diferentseerunud kolmeks osaks: ees-, kesk- ja tagaajuks. Eesaju innerveerib nägemiselundeid, keskaju tundlaid ja tagaaju ülahuult ning soolтору. Kõhtmine närvikett koosneb neelualusest tängust ja rindmiku ning tagakeha tänkudest. Sageli on kõhtmise närvikeri naabertängud üksteisele lähenenud või täielikult liitunud.

Sigimine.

Putukad on lahsugulised ja sageli esineb neil suguline dimorfism. Näiteks isased on väiksemad ja värvikamad kui emased. Sigimine toimub ainult sugulisel teel. Mõnedel liikidel on sigimisele iseloomulikud sellised erivormid nagu: **partenogenees** — areng viljastamata munarakust; **pedogenees** — vastses hakkavad viljastamata munarakkudest arenema uued vastsed; **polüembrüoonia** — viljastatud munarakk jaguneb reaks osadeks, millest igaüks annab alguse uuele isendile. Munad on reburikkad.

Areng.

Areng toimub kahe põhivormina. **Vaegmoonde** korral sarnaneb vastne põhijoontes valmikuga, kuigi sugunäärmed pole arenenud, keha on väiksem ja kehaosade proportsioonid teised. **Täismoodega** arengu korral erinevad vastsed selgelt valmikust, sageli on nad usjad, tiivad puuduvad. Silmad on lihtsilmad ning erinevusi on ka suiste ja jalgade ehituses, mis on vastavuses toitumisviisi ja elupaiga iseärasustega. Edasine areng läheb üle nukustadiumi, kus toimub lüso-somaalne histolüüs ja hiljem valmiku kudede uus formeerumine. Moonde regulatsioon toimub hormoonide abil. Arengule avaldavad mõju temperatuur, niiskus, toit ja õhurõhk. Sageli esineb lõimetishoole, mille kõrgeim vorm avaldub ühiselulistel putukatel.

Süstemaatika ja esindajate meditsiiniline tähtsus.

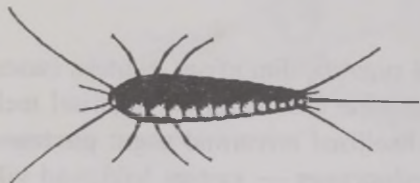
Arvestades putukate liigirohkust, ei ole neid käsitlev süsteem veel lõplikult välja kujunenud. Tavaliselt jaotatakse putukate klass kaheks infraklassiks ja reaks seltsideks.

° 1. *Infraclassis*: **Apterygota** — ürgtiivutud

Tiivad puuduvad, tagakeha lülidel esineb jäsemelisi jätkeid. Seemendamine on kaudne, ilma otsese kopulatsioonita. Areng toimub tavaliselt ilma moondata. Suguküpsed valmikud kestuvad.

⌘ *Ordo*: **Zygentoma** — soomukalised

Soomukalistel on pikad ja niitjad tundlad. Rindmiku segmentidele kinnituvad hästi arenenud jalad, mis on varustatud kahe küünisega. Tavalisemaks esindajaks on majasoomukas — *Lepisma saccharina* (joonis 72). Tema keha katavad hõbedased soomused, ees 2 harjasjat tundlat, taga 3 sabaniiti. Majasoomukas on tavaline niisketes ruumides, kus toitub orgaanilistest ainetest. Kahjustab toiduaineid ja riideid.



Joonis 72. Majasoomukas (*Lepisma saccharina*).

° 2. *Infraclassis*: **Pterygota** — tiibputukad

Kesk- ja tagarindmikule kinnituvad tiivad. Valmikute tagakeha lülidel puuduvad jäsemed. Seemendamine on sisemine. Areng toimub moondega. Valmikud ei kestu.

1. *Sectio*: **Hemimetabola** — vaegmoondega putukad

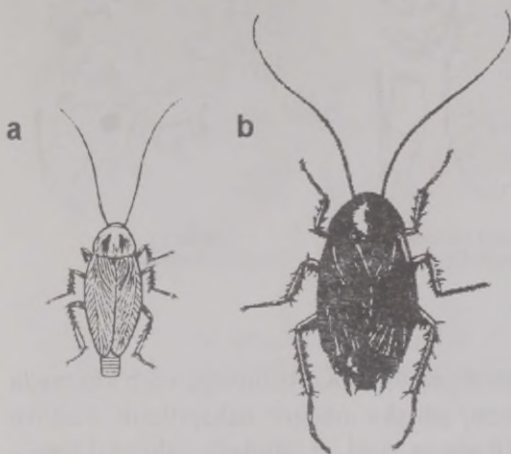
Areng toimub ilma nukustaadiumita. Munast koorunud vastsete keha ja jäsemete lülistus on samasugune kui valmikulgi.

1. *Ordo*: **Blattodea (Dictyoptera)** — prussakalised

Prussakalisi on ligikaudu 3500 liiki. Eestis esineb 2 liiki metsakõdus ja 2 hoonetes. Prussakalised on sooja- ja pimedalembesed putukad. Nende keha on lapik ja pehme. Eesrindmik on suurenenud ja eesselg katab pead ülalt. Iseloomulik on kaks paari tiibu — nahksed kattetiivad ja kilejad lennutiivad. Esindajad: *Blatella germanica* — **prussakas** (joonis 73, a) ja *Blatta orientalis* — **tarakan** (joonis 73, b). Tarakan on 18–30 mm pikk pruunikasmust, spetsiifiliselt lõhnav putukas. Prussakas on tarakanist väiksem, 10–13 mm pikkune,

pruunikas. Prussakaliste munad arenevad kookonis, mida emasloom kannab endaga keha tagatipul kaasas. Kookonis ehk ooteegis on 28–56 muna. Emasel prussakal moodustub ooteek elu jooksul kuni 5 korda.

Prussaka eluiga on umbes 200 päeva. Ilma toidu ja veeta suudavad nad elada 10 päeva. Nii prussakad kui tarakanid on öise eluviisiga. Mõlemad liigid levitavad oma tundlate, jalgade ja väljaheidetega sooltenakkusi põhjustavaid baktereid ja helmintide mune.



Joonis 73. Prussakalised: a — emane prussakas (*Blatella germanica*) ooteegiga, b — isane tarakan (*Blatta orientalis*).

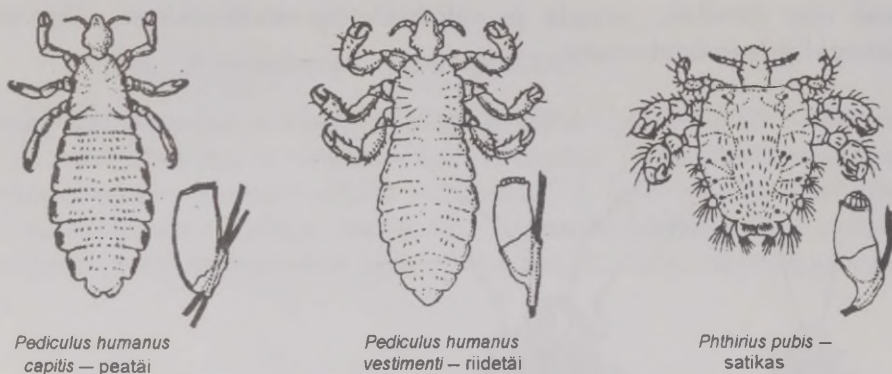
2. Ordo: **Orthoptera** — **sihktiivalised**

Ligikaudu 20 000 liiki, Eestis umbes 40 liiki. Nende keha on kitsas ja 1–7 cm pikk. Kolmas jalapaar on arenenud hüppejalgadeks. Nahkjad eestiivad on kitsad ja sihvakad ning katavad õrnemaid tagatiibu, mis on lehvikjad ja laiad. Suised on haukamistüüpi. Eesjalgades ja tagakehas asuvad kuulmiselundid. Siristamine on liigispetsiifiline ja tekitatakse jalgade hõõrumisega vastu tiibu (tirtsud) või tiibade hõõrumisega teineteise vastu (ritsikad). Esindajad: harilik lauluritsikas — *Tettigonia cantans* (joonis 69, b), toakilk — *Gryllus domesticus*, kaerasori — *Gryllotalpa gryllotalpa*, rändtirts — *Locusta migratoria*.

3. Ordo: **Anoplura (Phthiraptera)** — **täilised**

Ligikaudu 300 liiki, Eestis umbes 20 liiki. Lame ja kahvatu keha on lülistumata rindmikuga. Tiivad on sekundaarselt taandarenenud ja puuduvad. Reeglina puuduvad ka silmad. Jalad on võrreldes kehamõõtmega suhteliselt suured ja varustatud küünistega. Sõltuvalt toidust on suised kas pistmis- või imemistüüpi. Seltsi kuuluvad imetajate ja lindude täid on verd imevad ektoparasiidid. Munad (tingud) kleebitakse karvade külge. Arengu vältel toimub 3 kestumist, sigimine

on pidev. Täi eluiga on keskmiselt 1 kuu. Täiskasvanud emane täi muneb iga päev 3–7 muna, eluea jooksul seega umbes 100 muna. Kogu arengutsüklil toimub peremehel. Esindajad: **peatäi** — *Pediculus humanus capitis*, **riidetäi** — *Pediculus humanus vestimenti*, **satikas** — *Phthirus pubis* (joonis 74).



Joonis 74. Täid ja nende munad (tingud).

Täitõbi ehk pedikuloos põhjustab naha sügelemist. Kratsimisega võib kaasneda ka sekundaarne bakteriaalne infektsioon, näiteks mädane nahapõletik. Täitõve puhul tuleb keemilist ravi korrata 7–10 päeva järel, et hävitada vahepeal tingudest koorunud noored täid. Peamiseks nakkushaiguseks, mida täid levitavad, on tüüfus.

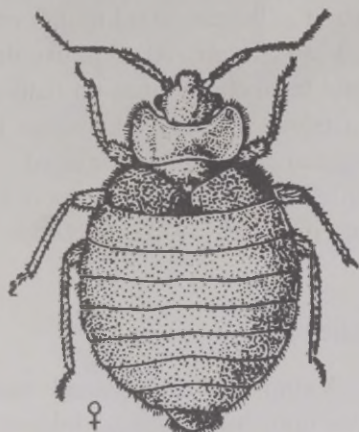
Eestis on registreeritud peatäidest põhjustatud pedikuloosi 1990. aastal 2944 juhtu, 1993. aastal 2149 juhtu ja 1994. a. 1716 juhtu.

- **Praktiline töö nr. 22.** Peatäi (*Pediculus humanus capitis*) üldehitus ja tingud. Püsipreparaat.
- **Praktiline töö nr. 23.** Satika (*Phthirus pubis*) üldehitus. Püsipreparaat.

4. Ordo: **Heteroptera (Hemiptera)** — lutikalised

Esineb umbes 40 000 liiki, Eestis ligikaudu 500 liiki. Keha lame. Eestiivad on poolkattetiibadeks, mille kannasa on sarvjas või nahkjas, tipuosa aga kilejas. Tagatiivad on tavaliselt kileja ehitusega, parasiitsetel liikidel tiivad puuduvad. Tundlad lühikesed, 3–5-lülilised. Suised on pistmis-imemistüüpi ning moodustavad 4-lülilise noka. Lutikalõhn on eriliste vinanäärmete eritis. Lutikad on kas röövlomad, segatoidulised, taimtoidulised või parasiidid. Esindajad: selg-sõudur — *Notonecta glauca*, kartulilutikas — *Lygocoris pabulinus*, **voodilutikas** — *Cimex lectularius* (joonis 75) ja **röövlutikad** (joonis 79) sugukon-

nast *Reduviidae* (perekonnad *Triatoma*, *Rhodinus* ja *Panstrongylos*). Viimased on Chagase haigust põhjustava ainurakse *Trypanosoma cruzi* levitajateks.



Cimex lectularius

Joonis 75. Voodilutika (*Cimex lectularius*) valmik.

- **Praktiline töö nr. 24.** Voodilutika (*Cimex lectularius*) üldehitus, munade, vastsete ja suiste ehitus. Püsipreparaat.

5. Ordo: **Odonata** — kiililised

Teadu on üle 4500 liigi, Eestis 53 liiki. Kiilid on sihvakate võrkjate tiibadega ja saleda tagakehaga putukad. Mõlemad tiivapaarid on kilejad ja tiibu ei saa nad kokku voltida. Pea on kehast hästi eristatav, suurema osa sellest moodustavad silmad. Valmikutel on haukamissuised. Vastsetel on alahuul muutunud väljasirutatavaks püünismaskiks. Nii valmikud kui ka vastsed on röövtoidulised. Vastsed elavad veekogudes, valmikud veekogude lähedal. Esindajad: harilik vesineitsik — *Calopteryx virgo*, pruun tondihobu — *Aeschna grandis*.

II. Sectio: **Holometabola** — täismoondega putukad

Sektsiooni kuuluvad putukad, kelle arengus esineb nukustadium. Vastsed ei sarnane väliselt valmikutega. Erinevused ilmnevad keha ja jalgade lülistuses ning suiste ja silmade ehituses.

• 1. Ordo: **Coleoptera** — mardikalised

Liigirikkaim putukate selts, milles on kirjeldatud ligi 300 000 liiki. Eestis esineb ligi 3000 liiki. Mardikatel on hästi arenenud väliskate, mis kujutab endast tugevat sarvjat või nahkjat kitiinkoorikut. Kilejad lennutiivad on puhkeolekus kattetiibade all. Kattetiivad katavad ka pehmet tagakeha. Suised on haukamistüüpi. Arengus eristatakse tavaliselt kolme vastsejärku. Eluviis, kehakuju ja toitumine on varieeruvad. Seltsis eristatakse järgmisi sugukondi: ujurlased — *Dytiscidae*, jooksiklased — *Carabidae*, raisamardiklased — *Silphidae*, põrniklased — *Scarabaeidae*, üraseklased — *Ipidae*, lepatriinulased — *Coccinellidae*.

2. Ordo: **Diptera** — kahetiivalised

Liike on üle 115 000, Eestis ligikaudu 5000. Valmikutel on säilinud vaid eestiivad, tagatiivad on muutunud sumistiteks. Pea ühineb rindmikuga liikuvalt sidevarrekese abil. Rindmiku arenenuim lüli on keskriindmik, kus paiknevad lennulihased. Jalad on käigu-, roni- või röövjalad. Küniste all paiknevad taaklemispadjandid võimaldavad kulgeda siledal pinnal ja talitlevad mõnedel juhtudel ka maitsmiselunditena. Vastsed on usjad jalutud vaglad. Kõrgema arengutasemega kahetiivaliste vastsetel puudub selgelt eristunud pea ja on arenenud sooleväline seedimine. Kahetiivalised on kosmopoliidid — neid elutseb kõigis elupaikades kõigil mandritel. Seltsi tähtsamateks sugukondadeks on: pistesääsklased (joonis 77) — *Culicidae* (esindajad on **hallasääsk** — *Anopheles maculipennis*, **laulusääsk** — *Culex pipiens*, **metsasääsk** — *Aedes* sp., **majasääsk** — *Culex pipiens molestes* ja **habesääsk** — *Culicoides* sp., joonis 76); surusääsklased — *Hironomidae*; kihulased — *Simulidae* (joonis 76); **moskiitolased** — *Phlebotomidae* (*Phlebotomus papatasi*, joonis 76 ja *Lutzomyia* sp.); parmlased — *Tabanidae* (joonis 79); **päriskärblased** — *Muscidae* (esindajad **toakärbes** — *Musca domestica*, joonis 78 ja **tsetsekärbes** *Glossina palpalis* ning *G. morsitans*, joonis 79); nahakiinlased — *Hypodermatidae*.

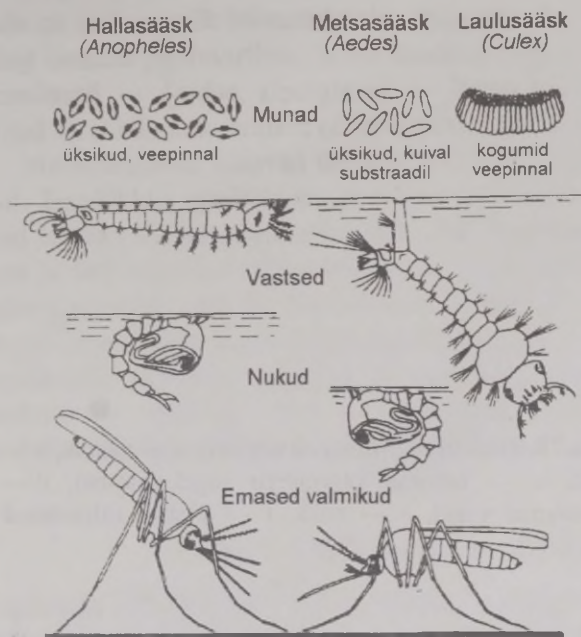


Phlebotomus papatasi - moskiito

Eusimulium latipes - kihulane

Culicoides nubeculosus - habesääsk

Joonis 76. Verd imevaid sääsklasi.



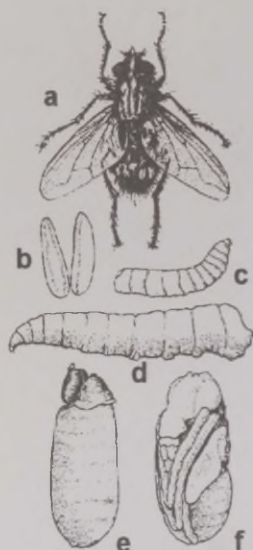
Joonis 77. Pistesääsklaste (*Culicidae*) arenemisjärje ja perekondade tunnuseid.

Sääskedest on meie kliimavööndis kõige tavalisemaks vereimejaks metsades ja puisniitudel elavad pistesääsklased perekondadest *Culex* ja *Aedes* (joonis 77) ning veekogude lähedusi armastavad väikesed, öösiti massiliselt püsisoojaseid loomi ründavad habesääsed perekonnast *Culicoides* (joonis 76). Asulates ja linnades on laialt levinud majasääsed. Erinevalt looduses elavatest liikidest on majasääskede vastsetel võime areneda ka roisk- ja heitvetes (haisulukkudes, saunade heitvees, WC loputuskastides jne.). Majasääsed elavd eluruumides aasta ringi ja nende pistekohtades võib tundlikel inimestel, eriti väikelastel, tekkida allergiline lööve.

□ **Praktiline töö nr. 25.** Hallasääse (*Anopheles maculipennis*) ja laulusääse (*Culex pipiens*) munade, vastsete ja suiste ehitus. Püsipreparaadid.

Toakärbes on Eestis meditsiiniliselt tähtsaim kahetiivaline. Kärbsed levitavad oma tundlate, jalgade ja väljaheidetega mitmeid nakkushaigusi põhjustavaid baktereid (düsenteeria-, tuberkuloosi-, difteeria-, tüüfuse- ja katkubaktereid) ning samuti helmintide mune (naaskelsaba, solkme, käabusviigi ja piuglase mune).

Troopilistes ja subtroopilistes maades on moskiitod perekonnast *Phlebotomus* (idapoolkeral) või *Lutzomyia* (läänepoolkeral) ainuraksete parasiitide — *Leishmania donovani*, *L. tropica* ja *L. brasiliensis* — siirdajad ning tsetsekärbsed *Trypanosoma brucei gambiense* ja *T. brucei rhodesiense* siirdajad.



Joonis 78. Toakärbes (*Musca domestica*): a — valmik, b — munad, c — esimese kasvujärgu vagel (vastne), d — täiskasvanud vagel, e — nukk, f — kestast väljavõetud nukk.



O.: Heteroptera
Triatoma — rõõvlutikas
(Chagase haiguse siirdaja)



O.: Siphonaptera
Xenopsylla — rotikirp
(muhkkatku siirdaja)



O.: Diptera
Glossina — tsetsekärbes
(aafrika unitõve siirdaja)



O.: Diptera
Tabanus — veisepearm
(tulareemia siirdaja)

Joonis 79. Verd imevaid putukaid — haiguste siirdajaid.

3. Ordo: *Hymenoptera* — kiletiivalised

Seltsis esineb ligikaudu 105 000 liiki, Eestis 5000 piires. Enamikul kiletiivaliste valmikutest on kaks paari hõredasoonelisi kilejaid tiibu, kusjuures eestiivad on tagatiibadest pikemad. Leidub ka tiivutuid isendeid. Tagakeha esimene lüli liitub liikuvalt rindmikuga. Suised on haukamis- või libamistüüpi. Vastsed on usjad, enamasti silmadeta ja jalgadeta. Valmikud toituvad nektarist ja õietolmust, vähesed tarbivad ka loomset toitu. Seltsi kuulub rida ühiselulisi putukaliike, kel-

lele on iseloomulik lõimetishoole, tööjaotus, kollektiivne kaitse ja toiduhange ning isendite polümorfism. Seltsi kuuluvad sugukonnad: herilased — *Vespidae*, mesilased — *Apidae*, sipelglased — *Formicidae*. Perekond *Formica* mitmed liigid on süstik-kakssuulase (*Dicrocoelium lanceatum*) vaheperemeheks.

Meditiiniliselt omavad tähtsust perekonna *Apidae* — mesilased — esindajad. Tundlikkus mesilasemürgi suhtes on inimestel väga erinev. Mürgistusnähud tekivad 20–30 nöölamise järel. 200–300 nööla põhjustavad raske mürgistuse ja 500 enamikul inimestel surma. Kuid inimestel, kel esineb mesilasmürgi suhtes allergia, võib ka üks nöölamine lõppeda surmaga. Mesilasmürki (*apitoxin*) kasutatakse farmaatsiatööstuses, sest tal on palju organismi mõjutavaid omadusi: ta tõstab immuniteti, on antibakteriaalse toimega, pärsib põletikulisi reaktsioone, vaigistab närvi- ja liigesevalu, alandab vere hüübivust, rahustab kesknärvisüsteemi, pärsib krambivalmidust ja normaliseerib vererõhku.

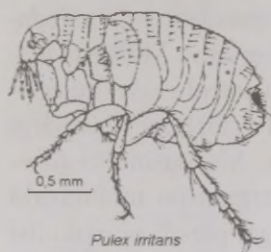
4. Ordo: *Lepidoptera* — liblikalised

Ligikaudu 120 000 liiki, kellest Eestis on umbes 1900. Keha ja tiibu katavad mikrosoomused, mis kujutavad endast muundunud karvu ja millede struktuurist sõltub tiibade värvus. Tiibu on kaks paari ja lennul ühenduvad tiivad erilaadsete harjaste abil üheks pinnaks. Suised esinevad pika, spiraalselt keerduva imilondina, millega saab imeda ainult vedelaid toitaineid. Liblikate valmikud on lühiealised, imevad nektarit või ei toitu üldse. Liblikate vastsetel, röövikutel, on kolm paari jalgu rindmikul ja 2–5 paari ebajalgu tagakehal. Toome mõned seltsi kuuluvad sugukonnad: ratsurliblikalised — *Papilionidae*, surulased — *Sphingidae*, öölased — *Noctuidae*, koilised — *Tineidae*.

5. Ordo: *Siphonaptera* (*Aphaniptera*) — kirbulised

Teadu on üle 1500 liigi, neist Eestis ligikaudu 50. Keha on külgedelt lapik ja kitsas. Tiivad puuduvad. Esineb üks paar lihtsilmi. Tagajalad on arenenud hüppejalgadeks. Suised on pistmistüüpi. Verd imevad valmikud parasiteerivad imetajatel ja lindudel ning on kohastunud kiirele liikumisele karvastikus ja sulgedes. Emane kirp muneb elu jooksul kuni 400 1mm pikkust muna. Ööpäevas munetakse 8–12 muna ja munemisvõimelisus kestab kuni 3 kuud. Kirbu areng (muna, vastne, nukk, valmik) sõltub keskkonna temperatuurist ja võib kesta 33–500 päeva. Vastsed toituvad orgaanilistest laguainetest ja eritistest. Täiskasvanud kirp toitub ainult verest. Kirbud on spetsialiseerunud kindlale peremeesliigile. Eestis esinevad sagedamini: **inimesekirp** — *Pulex irritans* (joonis 80), **rotikirp** — *Xenopsylla cheopis* (joonis 79), **koerakirp** — *Ctenocephalides canis*.

Kirbud on meditsiiniliselt olulised kui peamised katkubakteri (*Pasteurella pestis* ehk *Yersinia pestis*) levitajad. Katkutõrjes on seetõttu põhiline näriliste tõrje (deratisatsioon).



Joonis 80. Inimesekirp (*Pulex irritans*).

□ **Praktiline töö nr. 26.** Inimesekirbu (*Pulex irritans*) üldehitus. Püsi-paraat.

PEAMISTE PARASIITPUTUKATE LÜHIISELOOMUSTUS

Selts ja esindaja	Pikkus (mm)	Areng päeva-des suguküpsu-se saabumiseni	Viljakus (muna)	Valmiku eluiga kuudes	Siirutatavad haigused
O.: Blattodea — prussakalised <i>Blatella germanica</i>	10–13	22°C 175–220	45–160	7–8	Bakteriaalne düsentee-ria, piugussi, laiussi ja naaskelsaba munad
<i>Blatta orientalis</i>	18–30	27°C 110–140	?	30–60?	Piugussi ja naaskel-saba munad
O.: Anoplura — täilised <i>Pthirus pubis</i>	1–1,5	36°C 5–8	50	1	—
<i>Pediculus humanus capitis</i>	2,4–4,0	36°C 4–8	140	1	Tähniline ja taastuv tüüfus
<i>Pediculus humanus vestimenti</i>	2,5–4,6	36°C 4–6	250–300	2	Tähniline ja taastuv tüüfus
O.: Heteroptera — lutikalised <i>Cimex lectularius</i>	4,5–6,5	25°C 26–28	200–250	14	
O.: Siphonaptera — kirbulised <i>Pulex irritans</i>	1,5–4	19–453	400–450	17–30	Muhkkatk jt. katku-vormid. erüsiipel ehk roos
O.: Diptera — kahetiivalised <i>Anopheles maculipennis</i>	6–8	20–22°C 18–20	450–500	1,5	Malaaria, tulareemia, viiruseline kollapalavik, entsefalomüeliit
<i>Culex pipiens</i> Per. <i>Culicoides</i>	3–5	26°C 15–17	150–300	Talvitu-misega 10	Tulareemia, entsefaliidi eri vormid, viiruseline kollapalavik
<i>Musca domestica</i>	5,8–7,5	20–35°C 10–26	600–2000	1,5	Kõhutüüfus, para-tüüfus, düsentee-ria, tuberkuloos, helmin-tide munad

DIVISIO: *Deuterostomia* — TEISSUUSED

I. PHYLUM: *Chordata* — KEELIKLOOMAD

Hõimkonna üldiseloomustus.

Keelikloomade ühisteks tunnusteks on:

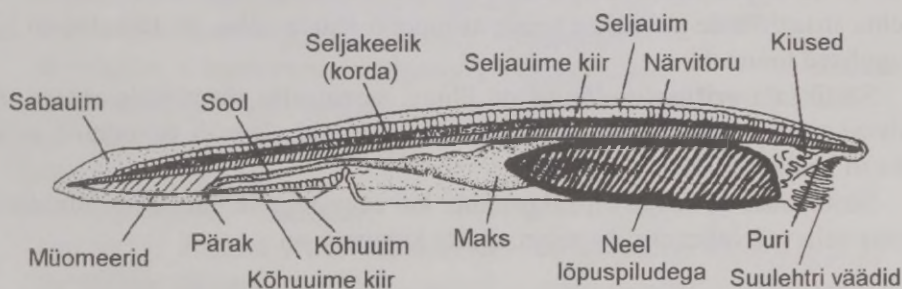
1. Sisetoos seljakeeliku näol vähemalt looteas
2. Torujas kesknärvisüsteem seljakeelikust selgmiselt
3. Suletud vereringe ja süda (kui on olemas) seljakeelikust kõhtmiselt
4. Hingamiselundkonna moodustumine seedeelundkonna eesotsast
5. Pärinahk ehk *corium*
6. Loote ürgsuu ehk blastopoori kujunemine pärakuks ja suuava teisene teke
7. Tõeline ehk teisene kehaõõs — tsöloom

1. SUBPHYLUM: *Acrania* — KOLJUTUD

Classis: Amphioxi — süstikkalad

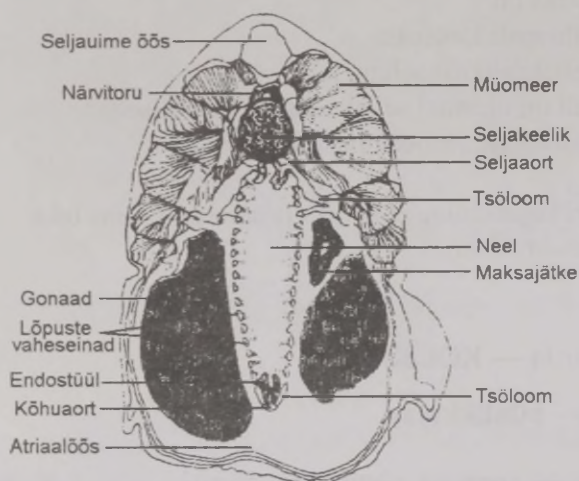
• *Branchiostoma lanceolatum* — euroopa süstikkala. Süstikkala on 5–8 cm pikkune, elab Vahemere, Musta mere ja Atlandi ookeani rannavetes liivase põhjaga aladel. Nime on ta saanud oma süstikja kuju järgi (joonis 81).

Piki süstikkala kulgeb seljauim, mis tagaosas läheb üle sabauimeks. Sabauime ees kõhu all asub kõhuuim, mille ees paiknevad küljekurrud. Ees kõhtmiselt on suur väädikutega ümbritsetud suulehter. Suust algab pikk lõpuspiludega neel (joonis 81), mille põhjas on ripsmeline vagu — endostüül — toiduosakeste kinnipüüdmiseks ja edasitoimetamiseks. Süstikkala hingab neelu seintes olevate lõpuspiludega. Lõpuspilusid läbinud vesi satub neelu ümbritsevasse atriaalõõnde (joonis 82) ja väljub kõhuuime ees oleva ava (atriopoori) kaudu. Neelule järgneb sirge sool, mille algusest sopistub kõhtmiselt välja maksajätke. Pärak asub sabauime ees. Seadekulgla peal on sidekoelise ümbrisega seljakeelik. Selle peal paikneb peenike närvitoru, mille õõnes asuvad valgustundlikud rakud — Hesse silmakesed.



Joonis 81. Süstikkala (*Branchiostoma lanceolatum*) ehitus. Pikilõige.

Süstikkala on kaetud kahekihilise nahaga. Marrasknahas ehk epidermises asuvad üherakulised limanäärmed, marrasknaha all on sidekoeline pärisnahk ehk koorium. Lihased jaotuvad vaheseinte ehk müoseptide abil lihaskimpudeks ehk müomeerideks. Ühe külje müomeeri kohal asub teise külje müosept.



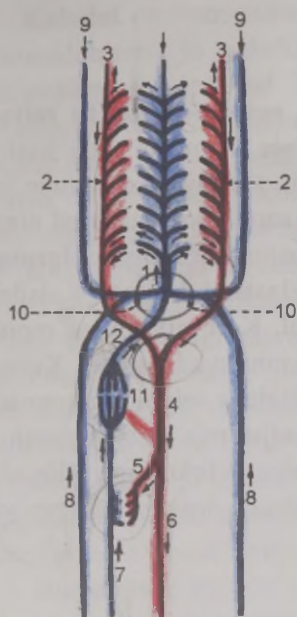
Joonis 82. Süstikkala (*Branchiostoma lanceolatum*) ehitus. Ristlõige neelupiirkonnast.

Süstikkala **vereringe** (joonis 83) moodustavad pulseeriv kõhuaort, mis viib venoosse vere lõpuspilude vaheseintesse, ja lõpusarteritest algavad seljaaordi juured, mis koondavad arteriaalse vere seljaaorti. Lõpuspiludest eespool lähevad seljaaordi juured üle unearteriteks. Seljaaordist hargnevad suur soolearter ja väiksemad arterid teistesse siseelunditesse. Venoosne veri koguneb keha tagaosast sabaveeni ja külgedelt kardinaalveenidesse. Sabaveen ja sooleveen moodustavad maksa värtiveeni, mis hargneb kapillaarsüsteemiks — maksa värtisüsteemiks. Eesmine ja tagumine kardinaalveen ühinevad kummalgi küljel Cuvier' juhaks. Need moodustavad koos maksast väljuva maksaveeniga kõhuaordi. Süda puudub.

Süstikkala **kehaõõs** on eraldatud atriaalõõneks, selle külgedel asuvateks tsöloomikottideks ja küljekurdude sees olevaks tsöloomiks. **Sugunäärmed** asuvad paljude paaridena külgmistes tsöloomikottides, sugurakud tungivad läbi seina atriaalõõnde ja viiakse veega atriopoori kaudu välja. Süstikkalad on lahksugulised loomad.

Süstikkala **erituselundkond** on lihtne, sarnanedes rõngusside omaga. Paarilised metameersed neerutorukesed ehk nefriidid algavad tsöloomist ja avanevad igaüks eraldi atriaalõõnde.

Süstikkalal on seega nii selgrootute kui selgroogsete tunnuseid, ilmselt olid tema eellased vahevormiks selgroogsete kujunemisel.



Joonis 83. Süstikkala (*Branchiostoma lanceolatum*) vereringe. 1 — kõhuaort, 2 — seljaaordi juured, 3 — unearterid, 4 — seljaaort, 5 — soolearter, 6 — sabaarter, 7 — sabaveen, 8 — tagumised kardinaalveenid, 9 — eesmised kardinaalveenid, 10 — Cuvier' juhad, 11 — maksa väratissüsteem, 12 — maksaveen.

- **Praktiline töö nr. 27.** Süstikkala (*Branchiostoma lanceolatum*) üldehitus. Totaalpreparaat.
- **Praktiline töö nr. 28.** Süstikkala (*Branchiostoma lanceolatum*) ehitus. Ristlõige neelupiirkonnast. Püsipreparaat.

2. SUBPHYLUM: *Vertebrata* (*Craniata*) — SELGROOGSED

Süsteem.

1. *Classis: Cyclostomata* — sõõrsuud
2. *Classis: Pisces* — kalad
 - Subclassis: Chondrichthyes* — kõhrkalad
 - Subclassis: Osteichthyes* (*Teleostei*) — luukalad
 - Subclassis: Choanichthyes* (*Dipnoi*) — koaankalad
3. *Classis: Amphibia* — kahepaiksed
4. *Classis: Reptilia* — roomajad
5. *Classis: Aves* — linnud
6. *Classis: Mammalia* — imetajad
 - Subclassis: Prototheria* (*Monotremata*) — ürgimetajad (ainupilulised)
 - Subclassis: Metatheria* (*Marsupialia*) — alamimetajad (kukrulised)
 - Subclassis: Eutheria* (*Placentalia*) — pärisimetajad (platsentalised)

Elundkondade iseloomustus.

1. Sisetoed.

Selgroogsed loomad kuuluvad keelikloomade hulka, neil kõigil on ka **selja-keelik**. Algsematel selgroogsetel, sõõrsuudel, säilib see kogu elu ning lisaks moodustuvad seljakeeliku kohale kõhrest kaared, mis toestavad seljauime ja kaitsevad seljaaju. Kõhrkaladel on lisaks kõhrest ülakaartele ka alakaared ning lõpuskaartest arenenud lõuad. Luukaladel on juba luustunud **lülidest selgroog** ja seljakeelikust on säilinud vaid **lülidevahelised elastsed kettad**. Kaladel esinevad ka paarilised jäsemed uimede sisetoese näol. Kere piirkonnas moodustavad selgroolülide alakaared ristjätkeid, millele kinnituvad **roided**. Kahepaiksetel ja maismaaselgroogsetel on juba erinevate lülidega selgroopiirkonnad (vöötmed). Kõigil selgroogseil asub selgroo ees **ajukolju**, mis kaitseb peaaaju. Evolutsiooni käigus on ajukolju osatähtsus võrreldes **näokoljuga** (lõuad, keeleelund ja kuulmeluud) pidevalt suurenenud, koljuluude arv aga vähenenud (180-st tuurakaladel 28-ni inimesel).

2. Katted.

Selgroogsete **marrasknahnk** ehk **epidermis** on ektodermaalset päritolu ja koosneb mitmest kihist. Pealmises kihis on surnud rakud, mis kaitsevad alumisi kihte. Epidermis moodustab sarvsoomuseid, sulgi, karvu, küüniseid jms. kaitse ja soojusisolatsiooni jaoks. Sõõrsuudel, kaladel ja vees elavatel kahepaiksetel on marrasknahas üherakulised limanäärmed.

Pärisnahnk ehk **koorium** moodustub mesodermist, sisaldab veresooni ja närvilõpmeid ning on enamikul selgroogsetel (v.a. linnud) küllalt paks. Kõhrkaladel moodustab pärisnahnk plakoidsoomuseid, luukaladel luusoomuseid. Pärisnahas asuvad ka pigmendirakud ja hulkraksed näärmed: maismaa-kahepaiksetel limanäärmed, imetajatel rasu- ja higinäärmed. Piimanäärmed on tekkinud higinäärmeist.

Alusnahnk ehk **subkuutis** esineb kahepaiksetel õhukeste ribadena, olles lihastele kinnitumiskohaks. Lindudel esineb alusnahnk paksu rasvakihina sooja hoidmiseks ja imetajatel elastse koheva sidekoe kihina, milles on ka rasvakogumikke, nii soojusisolatsiooni, toidutagavara kui ka vetruva kaitsepadja ülesannetes.

3. Seedeelundkond.

Sõõrsuudel lõuad puuduvad, suulehtri servadel ja keelel asuvad sarvhambad. Keele all on süljenäärmed, mille nõre takistab vere hüübimist. Neel hargneb kaheks: ülemine kitsas on söögitoru ja alumine laiem veejuha. Söögitoru läheb üle sooleks, selle eesmine kõhtmine osa moodustab õõnsa maksa. Kõhunääre puudub. Veejuha seintes on lõpuspilud, millest vesi pääseb lõpuskottidesse. Seega on sõõrsuude seedeelundkond sarnane süstikkala omale — seotud hingamisega ja lihtsa ehitusega.

Kaladel on hammastega kaetud lõuad. Hambad on enamikul ühesugused (homodontsed) ja vahetuvad pidevalt. Keel moodustub limaskestast kurrust, süljenäärmed puuduvad. Neelu seintes on samuti lõpuspilud, mida kaitsevad lõpuspiid. Neel viib lühikesse söögitorru, millele järgnevad magu ja sool. Soole algusesse suubuvad maksast sapijuha ja väikestest kõhunäärmetest tulevad juhad. Soole pikkus oleneb toitumisviisist — röövkaladel on sool umbes keha pikkune, taimtoidulistel aga 10 korda pikem.

Kahepaiksetel võivad hambad esineda kas kõigil suuõõne luudel, ainult ülalõual või hoopis puududa. Keel on juba lihaseline ja rohkete limanäärmetega — sobiv vahend saagi haaramiseks. Süljenäärmed on hästi aenenud, kuid sülgi ei sisalda veel ensüüme. Suuõõnde avanevad hingeavad ehk koaanid. Neel ei ole eristunud, sellest moodustuvad kulleste lõpused ja täiskasvanud isendite kopsud. Söögitoru on lai ja lühike ning sellele järgneb pikk ja kitsas magu. Sool jaguneb peen- ja jåmesooleks, peensoole epiteel moodustab hatte. Peensoole algusse suubuvad sapipõiest sapijuha ja kõhunäärrest kõhunäärmejuha. Taga-sool avaneb kloaaki, mis moodustab ka kusepõie.

Roomajate suuõõs on eesosas ninaõõnest kõvasuulaega eraldatud, võimaldades toidu peenestamise ajal ka hingata. Enamikul roomajatest on hambad koondunud lõualuudele, krokodillistel asuvad nad juba hambasompudes ja on erineva ehitusega (heterodontsed). Süljenäärmeid on rohkem kui kahepaiksetel. Madude mürginäärmed on tekkinud süljenäärmetest. Keel on roomajatel väga hästi arenenud. Ülejäänud seedeelundkonna erinevuseks võrreldes kahepaiksetega on jåmesoole algusosast väljasopistuv pimesool.

Lindudel on lõugade asemel nokk, hambad puuduvad. Süljenäärmete areng sõltub toitumisviisist — näiteks veelindudel on süljenäärmed nõrgalt arenenud. Suuõõne laes asuvad hingeavad ehk koaanid. Keel on enamasti sarvestunud ja lihasteta. Söögitoru on pikk ja lõpeb puguga. Magu koosneb kahest osast: eespool paikneb näärmemagu ja tagapool lihasmagu. Kõvadest seemnetest, limustest jms. toituvatel lindudel on lihasmao seinad eriti paksud. Sool on suhteliselt pikem kui roomajatel, pimesooli on tavaliselt kaks. Jåmesool avaneb kloaaki.

Imetajatel algab seedeelundkond suud ümbritsevate huultega ehk mokkadega (puuduvad vaid vaalalistel). Kõvasuulagi läheb tagaosas üle pehmesuulaeks, mistõttu suuõõs on ninaõõnest peaaegu kogu ulatuses eraldatud. Hambad asuvad sompudes ja on erineva ehitusega, hammaste vahetus toimub vaid kord elus. Lisaks roomajatel esinevaile süljenäärmetele on veel paar suuri kõrvasüljenäärmeid. Söögitoru on suhteliselt pikk ja laieneb maoks, mille limaskestas on rohkesti näärmelakke. Eriti suur ja mitmeosaline on mäletsejate magu. Pikk peensool liigendub kaksteistsõrmiksooleks, kuhu avanevad sapi- ja kõhunäärmejuha; tühissooleks, kus algab imendumine, ja niudesooleks. Jåmesoole umbne sopp, pimesool ehk umbsool, puudub paljudel liha- ja putuktoidulistel imetajatel. Osal imetajatest (sealhulgas ka inimesel) aheneb umbsool peenikeseks ussripikuks. Väikese maoga taimtoidulistel imetajatel (nagu kabjalised ja närilised) on pimesool pikk, sisaldades rikkalikult baktereid, kes aitavad taimseid

rakke lagundada. Jämesoole lõpuosa moodustab lühikese lihaselise pärasoole, mis avaneb pärakuna. Ürgimetajatel esineb veel kloaak.

4. Hingamiselundkond.

Selgroogsete hingamiselundkond areneb neelu seinast.

Sõõrsuudel koosneb see 6 kuni 10 paarist välisest lõpuspilust, mille kaudu vesi tungib lõpuskottidesse, ja seesmistest lõpuspiludest veejuha seinas. Vesi võib ringelda lõpuskottidest veejuhasse ja tagasi, aga tulla ka suu ning neelu kaudu veejuhasse ja sealt lõpuskottidesse.

Kõhrkaladel sopistuvad neelu seinast liistakjad lõpused, mille vahele jäävad lõpuspilud. Vesi liigub suust neelu kaudu lõpustele ja pilude kaudu kehaseinast välja. Lõpuspilusid on tavaliselt viis paari.

Luukalade lõpused kinnituvad luust lõpuskaartele ja on väljastpoolt kaetud lõpuskaanega. Vesi liigub suust neelu ja lõpuspilude kaudu lõpustele ning lõpuskaane alt välja. Lõpuskaarte küljes on hulgaliselt luust lõpuspiisid, mis takistavad toiduosakeste sattumist lõpuspiludesse. Paljudel kaladel on ka lisa-hingamiselundid: angerjal limane nahk, ronikalal pikk kotjas lõpusekoopa jätke, tuurlastel ja mudakaladel neelust algav ujupõis. Pärisluustel ehk teleostidel on ujupõis suletud ja hingamises ei osale.

Koaankalad hingavad nii lõpuste kui kopsudega. Õhk tungib kopsu läbi suulaes olevate ninaavade ehk koaanide. Kopsud moodustuvad söögitoru kõhtmisest osast ja on sileda sisepinnaga.

Kahepaiksete vastsetel ja veeamfiibidel esinevad lõpused. Maismaa kahepaiksed hingavad kopsude ja nahaga. Kopsude sisepind on suhteliselt väike. Mõnedel salamandritel kopsud puuduvad — nad hingavad suu limaskestast ja naha abil. Talveunes konnad hingavad veekogu põhjas ka ainult naha abil. Kopsuhingamise korral tõmmatakse õhk suuõõne põhja allalaskmisega koaanide kaudu suhu. Seejuures võivad konna silmad naha sisse “sukelduda”. Edasi liigub õhk kõri kaudu kopsu. Kõris asuvad häälepaelad.

Roomajatel nahahingamist ei ole. Kopsude sisepind on suhteliselt suur tänu paljudele soppidele ja vaheseintele. Roomajate ninaavad viivad suuõõnest eraldatud ninaõõnde, sealt liigub õhk kõri kaudu hingetorusse ehk trahheasse, mis võib olla küllalt pikk. Hingetoru hargneb kaheks kopsutoruks ehk bronhiks. Mõnedel madudel on vaid üks (parempoolne) kops. Õhk tõmmatakse sisse rinnakorvi mahu suurendamisel roietevaheliste lihaste ja kõhulihaste abil. Krokodillidel on juba ka vahelihased (diafragma). Kilpkonnad hingavad erilise nn. poikilobaarsel meetodil, mille puhul kõri suletakse lihaseliste membraanide abil, et rõhk kopsudes suureneks.

Lindudel tungib õhk ülanokas olevate koaanide kaudu suuõõnde, sealt kõri kaudu hingetorusse ja edasi kopsutorudesse. Hingetoru hargnemiskohal asub laulukõri, kus paiknevad häälepaelad. Kopsutorud jagunevad paljudeks parabronhideks, neist hargnevad õhukotid, mis ulatuvad siseelundite ja lihaste vahele naha alla ning isegi luudesse. Õhukottidest liigub õhk pidevalt ja ühes

suunas läbi kopsude. Kopsud on väikesed ja lamedad, kuid väga veresoonte-rikkad. Seistes tõmbavad linnud õhku sisse sarnaselt roomajatega, lennates aga tiivalihaste abil.

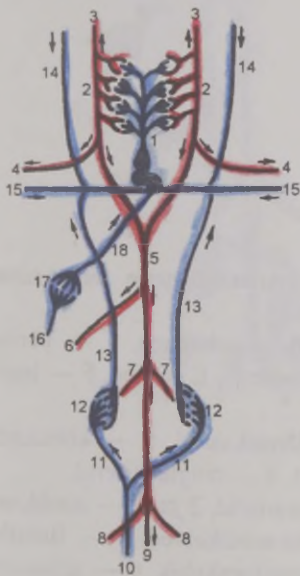
Imetajate ninaavad viivad sopilisse ninaõõnde, mis on vooderdatud rips-epiteeliga. Seal toimub õhu soojendamine ja tolmu puhastamine. Kõris asub kõrikaanekõhr, mis neelamisel sulgeb pääsu hingetorusse. Kõris paiknevad ka häälepaelad. Hingetoru hargneb kaheks kopsutoruks, need omakorda peene-
mateks bronhioolideks ja alveolaarjuhadeks, mille lõpus on veresoonte-rikkas seinaga alveoolid. Alveoolid on imetajatel kümneid miljoneid ja seega on gaasivahetuspind väga suur. Hingetoru pikkus sõltub kaela pikkusest — inimesel on 16 kuni 20 hingetorukõhre, kaelkirjakul üle 100.

5. Vereringeelundkond.

Sõõrsuude vereringe sarnaneb süstikkala vereringele, kuid kõhuaordist on moodustunud kaheosaline süda. Südametüvi ja vatsakesed läbib ainult venoosne veri. Vatsakesest väljub kõhuaort, mis pumpab verd lõpuskottide seintesse.

Venoosne osa vereringest on täiesti sarnane süstikkala vereringega (joonis 83). Vereloomeelundiks on algeline neer (pronefros).

Kõhr- ja luukaladel on samuti kaheosaline süda, milles voolab vaid venoosne veri. Erinevalt süstikkalade ja sõõrsuude vereringe venoossest osast on kaladel lisaks maksaväratile ka neeruvärat (joonis 84). Sabaveen hargneb kaheks neeru värativeniks, mis moodustavad peene võrgu. Neerudest väljuvad tagumised kardinaalveenid. Uuteks veresoonteks on veel eesmisi uimi verrega varustavad rangluuarterid ja neist venoosset verd koguvad rangluuveenid. Vereloomeelunditeks on põrn ja neerude eesmine osa ehk eelneer (pronefros).



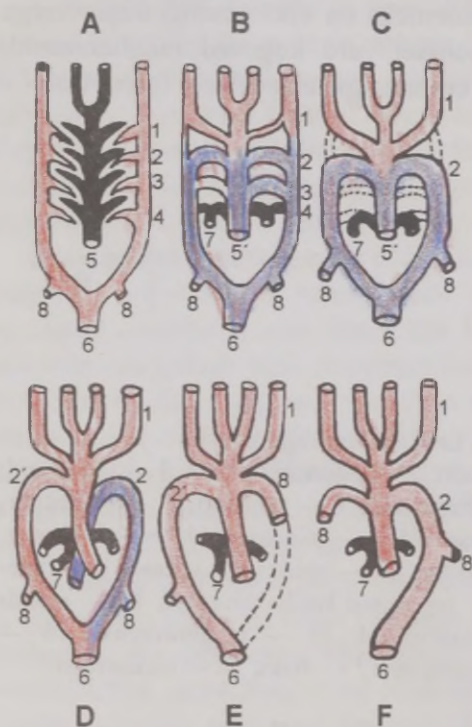
Joonis 84. Luukala vereringe skeem.

1 — kõhuaort, 2 — seljajaoordi juured, 3 — unearterid, 4 — rangluuarterid, 5 — seljajaoort, 6 — soolearter, 7 — neeruarterid, 8 — niudearterid, 9 — sabaarter, 10 — sabaveen, 11 — neeru värativenid, 12 — neerud, 13 — tagumised kardinaalveenid, 14 — eesmised kardinaalveenid, 15 — rangluuveenid, 16 — maksa värativen, 17 — maks, 18 — maksaveen.

Koaankaladel on südame koda osalise pikutise vaheseinaga pooleks jaotatud, mis tuleneb kopsuhingamisest. Kopsudes langeb vererõhk oluliselt ja arteriaalne veri viiakse rõhu tõstmiseks tagasi südamesse. Koaankalade (kopskalade) südame koja vasakusse poolde tulebki kopsuveenide kaudu arteriaalne veri. Kodade kokkutõmbel liigub veri vatsakesse, sealt kõhuaorti ja läbi lõpuste seljaaordi juurtesse. Kuna kopskalade kopsud on väikesed ja sileda sisepinnaga, saadakse neist vähem arteriaalset verd kui lõpustest. Seetõttu hingavadki kopskalad kopsudega vaid kuivaperioodil suveunes olles.

Venoosses osas on erinevuseks võrreldes teiste kaladega see, et parem tagumine kardinaalveen on suurenenud ja muutunud alumiseks õõnesveeniks, mis suubub otse parema kojapoole ees olevasse venoosurkesse (*sinus venosus*).

Kahepaiksete vastsete (kulleste) vereringe sarnaneb luukalade vereringele ja veeamfiibide vereringe koaankalade omale. Maismaa-kahepaiksetel on süda kolmeosaline, koosnedes paremast ja vasakust kojast ning vatsakesest. Viimastest väljub arteriooskuhik (*conus arteriosus*), mis hargneb paarilisteks arteriaalkaarteks. Need vastavad kalade lõpuskaartele. Sabakonnadel on neli paari arteriaalkaari, päriskonnadel kolm (joonis 85). Esimene paar kalade lõpuskaari on muutunud unearteriteks, teine paar aordikaarteks, kolmas kaob päriskonnadel ja neljandast saavad kopsu-nahaarterid. Sabakonnadel säilivad ühenduskohad unearterite ja aordikaarte ning kopsuarterite ja aordikaarte vahel, peale selle on neil lisapaar aordikaari.

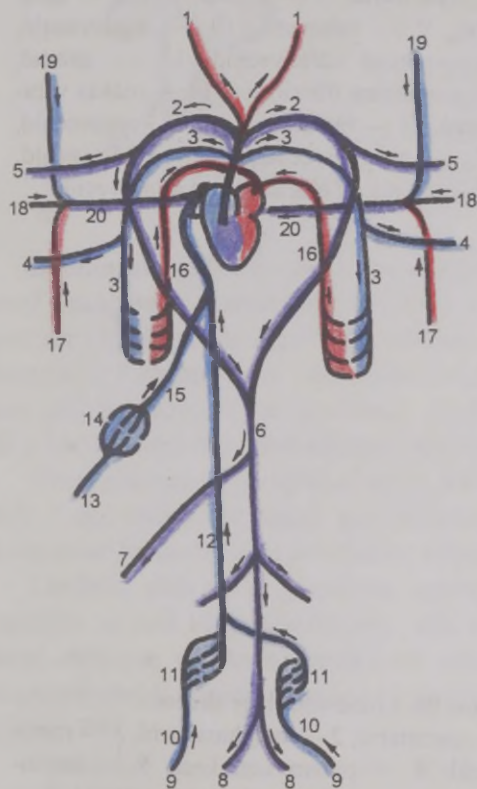


Joonis 85. Arteriaalkaarte arenemine selgroogsetel.

A — kala, B — sabakonn, C — päris-konn, D — roomaja, E — lind, F — ime-taja.

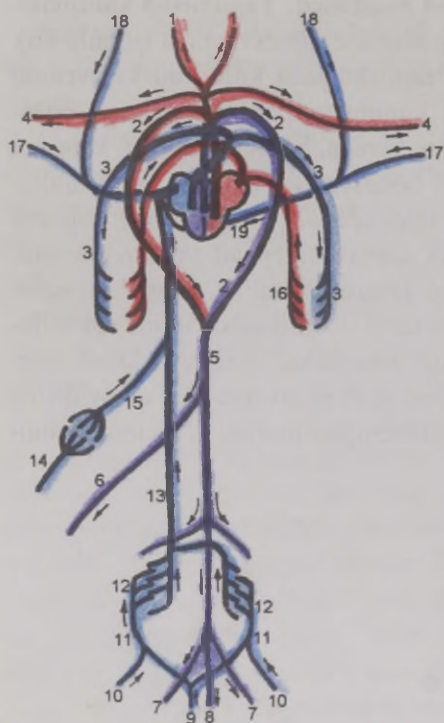
A: 1–4 — lõpuskaared, 5 — kõhuaort, 6 — seljaaort, 8 — rangluuarterid, B-F: 1 — unearterid, 2 ja 2' — aordikaared, 3 — lisa-aordikaared, 4 — Botallo juha, 5' — arteriooskuhik, 6 — seljaaort, 7 — kopsuarterid, 8 — rangluuarterid.

Venoosses osas jätkuvad kopskaladel alanud muutused. Tagumised kardinaalveenid on asendunud neerudest algava ühise alumise õõnesveeni (joonis 86). Alumisse õõnesveeni suubub maksaveen. Peapiirkonnast kulgevad kägiveenid ja esijalgadest rangluuveenid, mis liituvad kummaldi pool eesmiseks õõnesveeniks. Sinna suubub ka nahaveen arteriaalse verega. Südame parema koja ees olevasse venoosurkesse siseneb seega kolm õõnesveeni. Vatsake täitub mõlemast kojast samaaegselt ja veri ei jõua seal täielikult seguneda. Arteriooskuhik algab vatsakese parempoolsest osast ja saab seega kõigepealt venoosset verd, mis esimesi arteriaalkaari mööda surutakse kopsu ja nahka. Segaveri satub aordikaartesse, milledest hargnevad rangluuarterid. Aordikaared ühinevad selja-aordiks. Viimasena liigub arteriooskuhikusse arteriaalne veri, mis läheb unearteritesse. Kuna enamik kahepaiksete elundeid saab segaverd, pole ainevahetus kuigi kiire ning kehatemperatuur sõltub välistemperatuurist. Vereloomeelunditeks on põrn ja luuüdi.



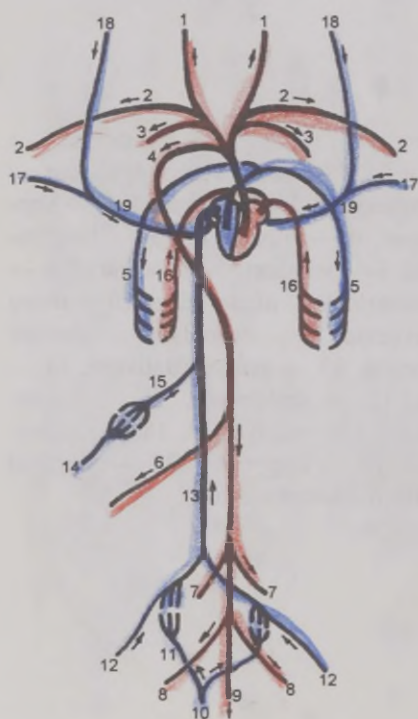
Joonis 86. Pärisikonna vereringe skeem.

1 — unearterid, 2 — aordikaared, 3 — kopsuarterid, 4 — nahaarterid, 5 — rangluuarterid, 6 — selja-aort, 7 — soolearter, 8 — niudearterid, 9 — niudeveenid, 10 — neeru värataveenid, 11 — neerud, 12 — alumine õõnesveen, 13 — maksa värataveen, 14 — maks, 15 — maksaveen, 16 — kopsuveenid, 17 — nahaveenid, 18 — rangluuveenid, 19 — kägiveenid, 20 — eesmised ehk ülemised õõnesveenid.



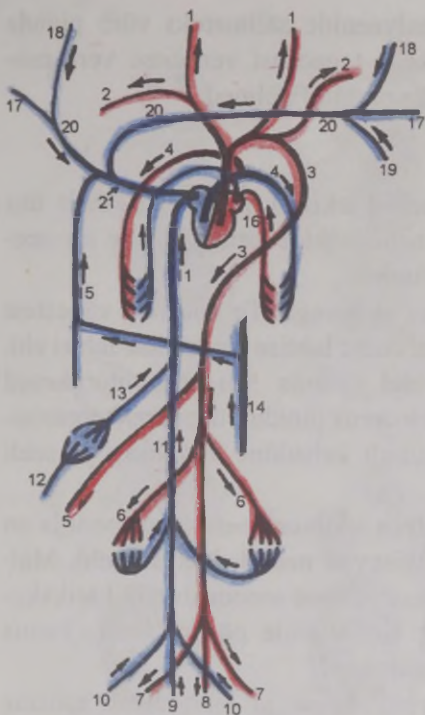
Joonis 87. Roomaja vereringe skeem.

1 — unearterid, 2 — aordikaared, 3 — kopsuarterid, 4 — rangluuarterid, 5 — seljaaort, 6 — soolearter, 7 — niudearterid, 8 — sabaarter, 9 — sabaveen, 10 — niudeveenid, 11 — neeru v rativeenid, 12 — neerud, 13 — alumine õõnesveen, 14 — maksa v rativeen, 15 — maksaveen, 16 — kopsuveenid, 17 — rangluuveenid, 18 — kägiveenid, 19 — eesmised ehk ülemised   nesveenid.



Joonis 88. Linnu vereringe skeem.

1 — unearterid, 2 — rangluuarterid, 3 — rinnaarterid, 4 — parem aordikaar, 5 — kopsuarterid, 6 — soolearter, 7 — neeruarterid, 8 — niudearterid, 9 — sabaarter, 10 — sabaveen, 11 — neeru v rativeenid, 12 — reieveenid, 13 — alumine õõnesveen, 14 — maksa v rativeen, 15 — maksaveen, 16 — kopsuveenid, 17 — rangluuveenid, 18 — kägiveenid, 19 — eesmised ehk ülemised   nesveenid.



Joonis 89. Imetaja vereringe skeem.

1 — unearterid, 2 — rangluuarterid, 3 — vasak aordikaar, 4 — kopsuarterid, 5 — soolearter, 6 — neeruarterid, 7 — niudearterid, 8 — sabaarter, 9 — sabaveen, 10 — niudeveenid, 11 — alumine õõnesveen, 12 — maksa värativeen, 13 — maksaveen, 14 — poolpaaritu veen, 15 — paarituveen, 16 — kopsuveenid, 17 — rangluuveenid, 18 — kägiveenid, 19 — roietevaheline veen, 20 — nimetuveenid, 21 eesmine ehk ülemine õõnesveen.

Roomajate südame vatsakeses on osaline vahesein, mis eraldab arteriaalset verd venoossest. Vatsakesest väljuvad kolm soont. Vasakust, s.o. arteriaalsest poolest väljub parem aordikaar, millest omakorda lähtuvad unearterid ja rangluuarterid. Paremast, s.o. venoossest osast väljub ühine kopsuarter ja keskosast, kus veri seguneb, vasak aordikaar. Aordikaared ühinevad seljaaordiks (joonis 87). See sisaldab hapnikurikkamat verd kui kahepaiksete seljaaort.

Venoosne osa vereringest ei erine maismaa-kahepaiksete omast (joonis 86 ja 87). Kuna roomajate nahas gaasivahetust ei toimu, puuduvad kopsuarteritest hargnevad nahaarterid ja arteriaalse verega nahaveenid.

Lindude süda on neljaosaline, arteriaalne ja venoosne veri ei segune ning seetõttu on neil kiire ainevahetus, mis võimaldab hoida püsivat kehatemperatuuri. Südame vasakust vatsakesest väljub aordi parem kaar, vasak kaar on taandarenenud. Paremast vatsakesest väljub ühine kopsuarter venoosse verega (joonis 88).

Venoosses osas on, erinevalt roomajatest, vähenenud neeruväratisüsteem, osa jalgadest tulevat verd ei läbigi neere.

Imetajatel on kahest aordikaarest säilinud vasak. Sellest hargneb mitmetel imetajatel kaks soont (ühised rangluu-unearterid), primaatidel aga kolm soont (ühine rangluu-unearter, vasak unearter ja vasak rangluuarter). Imetajatel puudub neeruvärat ja vasak eesmine ehk ülemine õõnesveen (joonis 89). Kägiveenid ja rangluuveenid ühinevad nimetuveenideks, need omakorda üheks

eesmiseks õõnesveeniks. Tagumiste kardinaalveenide säilmeteks võib pidada paaritut ja poolpaaritut veeni, mis toovad keha tagaosast venoosse vere eesmise õõnesveeni. Uudseks vereloomeelundiks on lümfisõlmed.

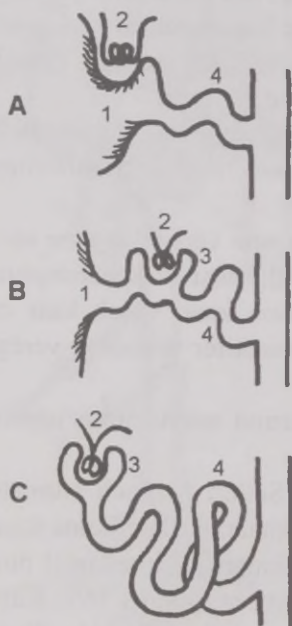
6. Erituselundkond.

Selgroogsete erituselunditeks on neerud. Neerud tekivad mitmes järgus ja üks arengustaadium asendab teist. Peale ainevahetusjääkide eemaldamise on neerude ülesandeks ka vere osmootse rõhu säilitamine.

Eelneer ehk **pronefros** on kõige lihtsama ehitusega. Ta koosneb vähestest metameersetest nefronitest, mis algavad kehaõõnest lahtise ripsmelise lehtri ehk nefrostoomiga nagu rõngusside metanefriidid (joonis 90). Neerutorukesed koonduvad mõlemal pool eelneerujuhaks. Eelneerus puudub ühendus veresoonkonnaga, eritavad ained satuvad verest esmalt kehaõõne vedelikku ja sealt neerutorukestesse.

Keskneer ehk **esmane neer** ehk **mesonefros** tekib eelneerust tagapool ja on samuti metameerse ehitusega. Keskneerus esinevad neerukehakesed ehk Malpighi kehakesed, mis koosnevad neerutorukese seinast moodustunud karikakujuisest päsmakesekihnnust ja selles asuvast kapillaaride päsmakesest (joonis 90). Lahtised lehtrid võivad osaliselt juba puududa.

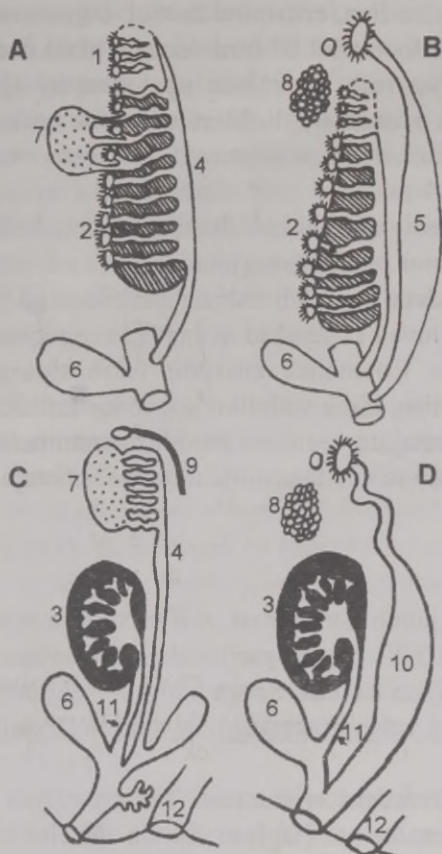
Päsmakesest filtreerub vereplasma neerutorukesse ja moodustub esmane uriin. Neerutorukesed on pikad ja väänilised, neid ümbritseb kapillaaristik ning seal toimub liigse vee tagasiimendumine ehk teisese uriini teke. Neerutorukesed koonduvad keskneerujuhaks ehk Wolff'i juhaks.



Joonis 90. Neerukehakeste arenemine.

A — eelneer, B — keskneer, C — järelneer.

1 — neerukarikas ehk nefrostoom, 2 — veresoonte-päsmake, 3 — päsmakesekihnnust, 4 — neerutoruke.



Joonis 91. Kuse-suguelundkonna areng. A — isase kala või kahepaikse, B — emase kala või kahepaikse, C — isase imetaja ja D — emase imetaja eritus- ja suguelundkond.

1 — eelneer, 2 — keskneer, 3 — järelneer, 4 — Wolff'i juha, 5 — Mülleri juha, 6 — kusepõis, 7 — seemnesari, 8 — munasari, 9 — eelneerujuha jäänus, 10 — emakas, 11 — kusejuha ehk ureeter, 12 — pärak.

• **Järelneer** ehk **teisene neer** ehk **metanefros** tekib kõrgematel selgroogsetel keskneeru järel. Järelneerud on kompaktsed ovaalsed elundid vaagna piirkonnas. Neis puuduvad lahtised neerukarikad, neerutorukesed on hästi pikad ja väänilised ning koonduvad kusejuhaks ehk ureeteriks. Kusejuha on uus moodustis, mis tekib Wolff'i juha lõpposa väljasopistusena (joonis 91).

• **Wolff'i juha** ehk **keskneeru juha** on alamate selgroogsete isasloomadel ka sugurakkude väljutamiseks. Emasloomadel areneb tema kõrvale Mülleri juha, millest saab munajuha. Kõrgemate selgroogsete isasloomadel säilib keskneerust ainult Wolff'i juha, millest kujuneb seemnejuha, emasloomadel taandareneb kogu keskneer.

Sõõrsuude neerud on pikad lapikud elundid kehaõõne külgedel. Mõnedel liikidel on ka täiskasvanuna vaid eelneerud, enamikul aga kesk- ja järelneerud vahepealsed taganeerud ehk **opistonefrosed**. Taganeeru tagumises osas ei asu neerukehakesed enam metameerselt ja sealt võib väljuda ka eraldi kusejuha. Sõõrsuude neerujuhad sugurakke ei väljuta.

Kaladel säilivad eelneerud vereloomeelundina, eritamine toimub taganeerudega. Kõhrkalade ja alamate luukalade isasloomadel läbivad seemnerakud neerusid ja väljuvad kusesuguava kaudu. Kõrgemate luukalade isasloomadel aga tekib lühike sekundaarne seemnejuha, mis avaneb eraldi. Mereluukalade neerukehakesed on väikesed ja nad eritavad vähe uriini, sest peavad vere osmootse rõhu säilitamiseks veega kokkuhoidlikud olema.

Kahepaiksetel talitleb eelneer moondeni, siis hakkab tööle taganeer. Selle eesmine osa on isasloomadel suguelundkonna teenistuses (joonis 91).

Roomajate, lindude ja imetajate loodel asendub eelneer keskneeruga ja see omakorda järelneeruga. Neerudest väljuvad kusejuhad avanevad roomajatel ja lindudel kloaaki, imetajatel kusepõide. Roomajate kusepõis tekib kloaagi väljasopistuseks, ta on vee tagasiimendumise, mitte vedeliku kogumise kohaks. Lindudel kusepõis puudub. Lindude ja imetajate neerudes moodustavad neerutorukesed Henle lingusid, kus toimub peamine vee tagasiimendumine. Imetajad eritavad ka naha kaudu.

7. Närvisüsteem.

Selgroogsete kesknärvisüsteem (KNS) kujuneb närvitorust, mis eristub pea- ja seljaajuks. Peaaju moodustumine algab kõigil selgroogseil kolmest ajupõiest, millest eesmine ja tagumine jagunevad hiljem kaheks. Seega koosneb selgroogsete peaaju viiest osast: otsaju ehk suuraju, vaheaju, keskaju, tagaaju ja järelaju ehk piklikaju.

Otsaju on esmaselt haisteaju ja poolkeradeks eristumata. Temast väljub I paar peaajunärve — haistenärv. Otsaju ülemine osa (lagi) ei sisalda algselt üldse närvirakke ja ürgsed ganglionid asuvad ajuõõne (vatsakese) põhjas. Need närvirakkude kogumikud kannavad nime juttkeha ja on motoorseks keskuseks. Kuni otsaju laes ei ole tihedat mitmekihilist närvirakkudest ajukoort, ei juhi ta ka teiste peaaju osade tööd.

Vaheaju külgmistes osades, talamuses, paiknevad ümberlülituskeskused, sealt algab ka II paar peaajunärve — nägemisnärv. Vaheaju põhi, hüpotalamus, on kõrgem vegetatiivne keskus. Seal tekivad lihaste asendi, surve, valu, nälja ja janu aistingud ning mõned esmased emotsioonid nagu hirm ja sugutung. Vaheaju selgmine osa moodustab kiirusilma ehk parapineaalelundi ja käbikeha ehk epifüüsi. Ajuripats ehk hüpofüüs paikneb hüpotalamuse taga ja on tähtsaim sisesekretsiooninäär.

Keskaju on nägemisaju. Algselt jaotub ta suurteks nägemissagarateks ja on teiste ajuosade töö kooskõlastaja. Keskajust algavad III ja IV paar peaajunärve — silmaliigutajanärv ja plokinärv. Piki kesk- ja vaheaju läbivat õõnt kulgeb võrkmoodus ehk retikulaarformatsioon, mis juhib närviimpulsse tagumistest ajuosadest ette (ülenevad juhteteed) ja vastupidi (alanevad juhteteed).

Tagaaju jaotub sillaks ja väikeajuks. Sild asub ajuvatsakese laes ja teda läbivad alanevad juhteteed. Väikeaju sopistub sillast üles ja on tasakaalu ning

liigutuste koordinatsiooni keskus. Sillast algavad V–VIII paar peaaaju närve: kolmikärv, eemaldajanärv, näonärv ja tasakaalu-kuulmisnärv.

Järelaju ehk **piklikaju** on üleminekuala peaaajult seljaajule. Ta juhib siseelundite tööd. Sealt algavad viimased peaaajunärvid, milledest tähtsaim on X paar — uitnärv. See närv toob erutusi kuulmekäigust, neelust, kõrist, juhib impulsse kõrri ja neelu ning alamatel selgroogsetel ka keele lihastesse. Uitnärv juhib erutust — kilpnäärmesse, südamesse, kopsu, neerudesse ning innerveerib enamikku seedeelundkonnast.

Alamatel selgroogsetel on 10 paari peaaajunärve, kõrgematel (roomajad, linnud ja imetajad) juba 12 paari.

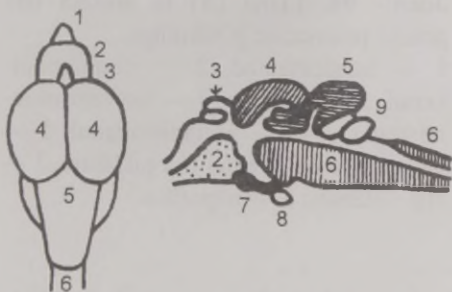
Sõõrsuude otsaju on täielikult haisteaju, poolkerad puuduvad. Vaheaju on hästi arenenud, esinevad ka kiirusilm ja epifüüs. Keskaju on suurimaju osa ja talitluselt võrreldav kõrgemate selgroogsete otsaju poolkerade koorega. Väikeaju on väga nõrgalt arenenud, piklikaju aga väga hästi.

Kõhrkalade otsaju on kaetud õhukese närvirakke sisaldava mantliga. Vaheaju, keskaju ja väikeaju on hästi arenenud. Aju osad on peaaegu võrdse suurusega.

Luukaladel otsaju mantel puudub, lage katab epiteel. Juttkeha on suhteliselt suur, haistesagarad väiksemad. Vaheajus on valgustundlik kiirusilm. Suurimaju osa on keskaju, mis koordineerib peaaaju tööd (joonis 92). Väikeaju areng sõltub liigi eluviisist.

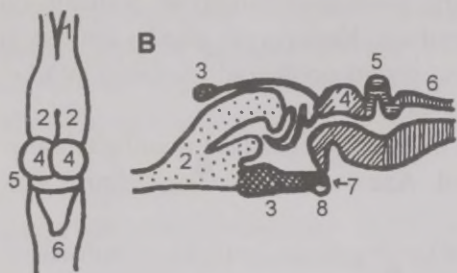
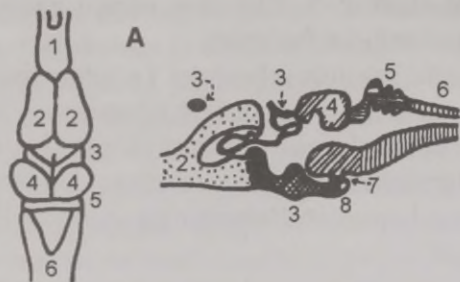
Kahepaiksete (joonis 93) otsaju koosneb juba poolkeradest ning on suurimaju osa, kuid poolkerasid katab veel mantel. Ajukoor puudub ja seetõttu koordineerib peaaaju tööd ikka veel keskaju. Vaheaju on väike.

Roomajatel (joonis 93) katab otsaju poolkerasid õhuke koor. Seega on otsaju juba tähtsaimaju osa. Vaheaju on hästi arenenud, eriti kiirusilm. Keskaju on suhteliselt väike. Väikeaju on arenenud erinevalt: kilpkonnadel vähe, aga krokodillidel hästi. Piklikajust väljub 4 paari peaaajunärve: lisaks keele-neelunärvile ja uitnärville ka lisanärv kaela lihaste innerveerimiseks ning keelealune närv keele lihaste innerveerimiseks.



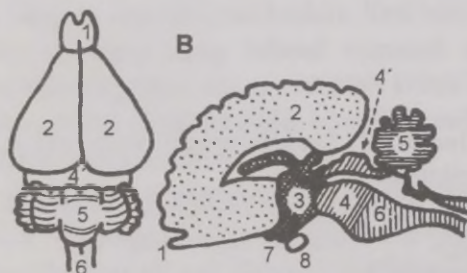
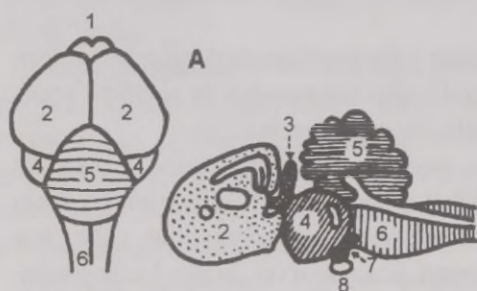
Joonis 92. Luukala peaaaju pealtvaade ja pikilõige.

1 — haistesagarad, 2 — otsaju, 3 — vaheaju, 4 — keskaju nägemissagarad, 5 — tagaaju, 6 — järelaju ehk piklikaju, 7 — hüpotalamus, 8 — hüpofüüs, 9 — maitse-sagarad.



Joonis 93. Kahepaikse (A) ja roomaja (B) peaaju ehituse skeem.

1 — haistesagarad, 2 — otsaju, 3 — vaheaju, 4 — keskaju nägemissagarad, 5 — tagaaju, 6 — järelaju ehk piklikaju, 7 — hüpotalamus, 8 — hüpofüüs.



Joonis 94. Linnu (A) ja imetaja (B) peaaju pealtvaade ja pikilõige.

1 — haistesagarad, 2 — otsaju poolkerad, 3 — vaheaju, 4 — keskaju nägemissagarad, 4' — kuulmissagarad, 5 — väikeaju, 6 — järelaju ehk piklikaju, 7 — hüpotalamus, 8 — hüpofüüs.

Lindude (joonis 94) otsaju koor on õhuke, juttkehad aga suured. Vaheaju jääb otsaju alla, epifüüs on väike ja kiirusilm puudub. Keskaju nägemissagarad on

suured ning asuvad külgmiselt otsaju poolkerade all. Lindude väikeaju moodustab sagaraid ja külgmisi sopistusi, piklikaju on lühenenud ja kooldunud.

Imetajate (joonis 94) otsaju poolkerad on käärulise koorega, nende sees tekib kaks poolkerasid ühendavat närvikiudude kimpu. Ajukoor on kuni 5 mm paks (inimesel) ja koosneb peamiselt paljudest lühikeste jätketega närvirakkudest. Vaheaju jääb otsaju poolkerade alla, epifüüs asub ajuvatsakese sees ja kiirusilm puudub. Keskaju selgmises osas asub nelikkeha, mis koosneb ülaküngastest (nägemissagarad) ja alaküngastest (kuulmissagarad). Keskaju põhja moodustab punatuum, mis on kõrgem keskus automaatsete liigutuste reguleerimisel. Väikeaju koosneb kahest poolkerast, mille koor on sopiline ja omavalhel närvikiududega ühendatud. Järelaju ehk piklikaju ei ole võrreldes roomajate ja lindudega oluliselt muutunud.

SÜSTEMAATILINE KOONDTABEL

kursuses käsitlemist leidvate loomaliikide osas

REGNUM: **ANIMALIA** — LOOMAD

SUBREGNUM: **PROTOZOA** — AINURAKSED

- I. **Phylum: *Sarcomastigophora*** — juurviburloomad
1. **Subphylum: *Mastigophora (Flagellata)*** — viburloomad
 1. **Classis: *Phytoflagellata*** — taimviburloomad
 1. **Ordo: *Euglenoides*** — silmviburilised
Euglena viridis — roheline silmviburlane
 2. **Classis: *Zoomastigophorea (Zooflagellata)*** — loomviburloomad
 1. **Ordo: *Kinetoplastida*** — kinetoplastilised
Trypanosoma brucei gambiense
Trypanosoma brucei rhodesiense
Trypanosoma cruzi
Trypanosoma equiperdum
Leishmania donovani
Leishmania tropica
Leishmania brasiliensis
 2. **Ordo: *Diplomonadida*** — diplomonaadilised
Lamblia intestinalis (Giardia lamblia)
 3. **Ordo: *Trichomonadida*** — trihhomonaadilised
Trichomonas vaginalis
Trichomonas hominis (Pentatrichomonas hominis)
Trichomonas tenax
2. **Subphylum: *Opalinata*** — opaalloomad
Opalina ranarum — konna opaalloom
3. **Subphylum: *Sarcodina (Amoebae)*** — juurjalgsed
Classis: *Rhizopoda* — juurjalgsed
Ordo: *Amoebina* — amööbilised
Amoeba proteus — harilik amööb (mageveeamööb)
Entamoeba histolytica — düsenteeria siseamööb
Entamoeba coli — soole-siseamööb
Entamoeba gingivalis — suuõõne-siseamööb
Endolimax nana — kääbusamööb
Naegleria fowleri
Acanthamoeba sp. — akantamööb
Blastocystis hominis

II. Phylum: **Apicomplexa**

Classis: **Sporozoea** — eosloomad

1. Subclassis: **Coccidia** — koktsiidid

Ordo: **Eucoccidiida** — päriskoktsiidilised

1. Subordo: **Eimeriina** — eimeerialised

Eimeria sp.

Toxoplasma gondii

Sarcocystis sp.

Isospora sp.

Cryptosporidium parvum

Cyclospora cayetanensis

2. Subordo: **Haemosporina** — vere-eosloomalised

Plasmodium vivax

Plasmodium ovale

Plasmodium malariae

Plasmodium falciparum

2. Subclassis: **Piroplasmia** — piroplasmad

Babesia microti

Babesia divergens

3. Subclassis: **Gregarinia** — gregariinid

Monocystis sp.

III. Phylum: **Microspora** — pisi-eosloomad

Classis: **Microsporea** — pisi-eosloomad

Enterocytozoon bieneusi

IV. Phylum: **Ciliophora** — ripsloomad

1. Classis: **Kinetofragminophorea**

Ordo: *Trichostomatida*

Balantidium coli — käärsoolebalantiid ehk koli pusarake

2. Classis: **Oligohymenophorea**

Paramaecium caudatum — händkingloom

SUBREGNUM: **METAZOA** — HULKRAKSED

I. SUPERDIVISIO: **Parazoa** — kõrvalhulkkrased

Phylum: **Spongia (Porifera)** — käsnad

1. Classis: **Demospongia** — päriskäsnad

Spongia lacustris — järvekäsn

Euspongia officinalis — pesukäsn

Hippospongia communis — harilik hobukäsn

2. Classis: **Calcispongia** — lubikäsnad

Ascetta primordialis

3. Classis: **Hyalospongia** — klaaskäsnad

Euplectella aspergilium — veenuskorv

II. SUPERDIVISIO: **Eumetazoa** — pärishulkkrased

DIVISIO: **Radiata (Radialia)** — kiirloomad

Phylum: **Coelenterata (Cnidaria)** — ainuõõssed

1. Classis: **Hydrozoa** — hüdraloomad
Subclassis: *Hydroidea* — hüdralaadsed
Hydra vulgaris — harilik hüdra
2. Classis: **Scyphozoa** — karikloomad
Aurelia aurita — meririst ehk millimallikas
Cyanea arctica — meriseen
Gonionemus vertens
3. Classis: **Anthozoa** — õisloomad ehk korallid
 1. Subclassis: **Octacorallia** — kaheksikkorallid
Corallium rubrum — punane vääriskorall
 2. Subclassis: **Hexacorallia** — kuuskorallid
Actinia equina — hobumeriroos

III. SUPERDIVISIO: **Bilaterialia** — kahekülgsed

DIVISIO: **Protostomia** — ürgsuused

I. Phylum: **Plathelminthes** — lameussid

1. Classis: **Turbellaria** — ripsussid
Dendrocoelum lacteum — piimjas valgelamelane
2. Classis: **Trematoda** — imiussid
Fasciola hepatica — tavaline maksakaan ehk maksa-kakssuulane
Fasciolopsis buski
Opisthorchis felineus, — kassi-tagaraiglane ehk siberi tagaraiglane
Opisthorchis (Clonorchis) sinensis — hiina maksakaan
Dicrocoelium lanceatum — väike-ebamaksakaan ehk süstik-kakssuulane
Paragonimus westermani — kopsu-kakssuulane
Schistosoma haematobium — harilik vereimiuss
Schistosoma mansoni — mansonide vereimiuss
Schistosoma japonicum — jaapani vereimiuss
3. Classis: **Cestoda** — paelussid
 1. Ordo: **Pseudophyllidea** — laiussilised
Diphyllobothrium latum — laiuss
 2. Ordo: **Cyclophyllidea** — neljanapalised
Taenia saginata (Taeniarhynchus saginatus) — nudipaeluss
Taenia solium — nookpaeluss
Echinococcus granulosus — ehhinokokk- ehk põistang-paeluss
Alveococcus multilocularis — alveokokk-paeluss
Hymenolepis nana — käabusviik ehk käabus-hõõlasurblane
Hymenolepis diminuta
Dipylidium caninum

II. Phylum: **Nemathelminthes (Aschelminthes)** — ümarloomad (kottussid)

Classis: **Nematoda** — ümarussid

- Ascaris lumbricoides* — inimesesolge ehk liimuksolge
Ascaris suum — seasolge
Toxocara canis — kutsikasolge
Toxocara mystax — kassisolge

Toxascaris leonina — koerasolge
Enterobius vermicularis — naaskelsaba
Trichinella spiralis — keeritsuss
Trichinella nativa
Trichuris trichiura (*Trichocephalus trichiurus*) — piuglane
Ancylostoma duodenale -kõõrpea
Necator americanus — ameerika kõõrpea
Strongyloides stercoralis — ürgpihtlane
Dracunculus medinensis — mediina ehk ginea niituss
Mansonella sp.
Onchocerca volvulus
Wuchereria bancrofti
Brugia malayi
Loa loa

III. Phylum: **Annelida** — rõngussid

1. Classis: **Oligochaeta** — väheharjasussid
Lumbricus terrestris — harilik vihmauss
2. Classis: **Hirudinea** — kaanid
Hirudo medicinalis — apteegikaan
Limnatis nilotica

IV. Phylum: **Arthropoda** — lüliljalgsed

1. Subphylum: **Branchiata** — vähilaadsed
Classis: **Crustacea** — vähid

1. Subclassis: **Entomostraca** — alamvähid
Ordo: **Copepoda** — aerjalalised
Cyclops strenuus — tavaline sõudik
2. Subclassis: **Malacostraca** — ülemvähid
 1. Ordo: **Isopoda** — kakandilised
Porcellio scaber — keldrikakand
Cymothoa sp. — kalakakand
Mesidotea entomon — tavaline merikilk
 2. Ordo: **Decapoda** — kümnejalalised
Astacus astacus — harilik jõevähk
Eriocheir japonicus — jaapani villkäppkrabi
Rhithropanopeus harrisi — tavaline rändkrabi

2. Subphylum: **Chelicerata** — lõugtundlased

Classis: **Arachnida** — ämblikulaadsed

1. Ordo: **Scorpiones** — skorpionilised
Buthus eupeus — tavaline kiriskorpion
2. Ordo: **Aranei** — ämblikulised
Araneus diadematus — ristämblik
Latrodectus mactans tredecimguttatus (*L. m. mactans*) — karakurt
Lycosa singoriensis (*Lucosa tarantula*) — tarantel
3. Ordo: **Acari** — leсталised
Ixodes ricinus — võsapuuk
Ixodes persulcatus — laanepuuk
Dermacentor nutalli

- Dermacentor marginatus*
Dermacentor pictus
Ornithodoros papillipes
Rhipicephalus sanguineus
Sarcoptes scabiei — süüdiklest
Dermatophagoides pteronyssinus — toatolmulest
Demodex folliculorum — vagellest
3. Subphylum: **Tracheata** — trahheeloomad
Classis: **Insecta** — putukad
1. Infraclassis: **Apterygota** — ürgtiivutud
Ordo: **Zygentoma** — soomukalised
Lepisma saccharina — majasoomukas
2. Infraclassis: **Pterygota** — tiibputukad
- I. Sectio: **Hemimetabola** — vaegmoondega putukad
1. Ordo: **Blattodea (Dictyoptera)** — prussakalised
Blatta orientalis — tarakan
Blatella germanica — prussakas
2. Ordo: **Orthoptera** — sihktiivalised
Tettigonia cantans — harilik lauluritsikas
Gryllus domesticus — toakilk
Gryllotalpa gryllotalpa — kaerasori
Locusta migratoria — rändtirts
3. Ordo: **Anoplura (Phthiraptera)** — täilised
Pediculus humanus capitis — peatäi
Pediculus humanus vestimenti — riidetäi
Phthirus pubis — satikas
4. Ordo: **Heteroptera (Hemiptera)** — lutikalised
Notonecta glauca — selgsõudur
Lygocoris pabulinus — kartulilutikas
Cimex lectularius — voodilutikas
Familia: **Reduviidae** — röövlutikad
Rhodinus sp.
Panstrongylos sp.
Triatoma sp.
5. Ordo: **Odonata** — kiililised
Calopteryx virgo — vesineitsik
Aeschna grandis — pruun tondihobu
- II. Sectio: **Holometabola** — täismoondega putukad
1. Ordo: **Coleoptera** — mardikalised
Familia: *Dytiscidae* — ujurlased
Familia: *Carabidae* — jooksiklased
Familia: *Silphidae* — raisamardiklased
Familia: *Scarabaeidae* — põrniklased
Familia: *Ipidae* — üraseklased
Familia: *Coccinellidae* — lepatriinulased
2. Ordo: **Diptera** — kahetiivalised
Familia: *Culicidae* — pistesääsklased

- Anopheles maculipennis* — hallasääsk
- Culex pipiens* — laulusääsk
- Culex pipiens molestes* — majasääsk
- Aedes* sp. — metsasääsk
- Culicoides* sp. — habesääsk
- Familia: *Hironomidae* — surusääsklased
- Familia: *Simulidae* — kihulased
- Familia: *Phlebotomidae* — moskiitolased
- Phlebotomus papatasi*
- Lutzomyia* sp.
- Familia: *Tabanidae* — parmlased
- Familia: *Muscidae* — päriskärblased
- Musca domestica* — toakärbes
- Glossina* sp. — tsetse-kärbes
- Familia: *Hypodermatidae* — nahakiinlased
- 3. Ordo: **Hymenoptera** — kiletiivalised
- Familia: *Vespidae* — herilased
- Familia: *Apidae* — mesilased
- Apis mellifera* — mesilane
- Familia: *Formicidae* — sipelglased
- Formica* sp.
- 4. Ordo: **Lepidoptera** — liblikalised
- Familia: *Papilionidae* — ratsurliblikalised
- Familia: *Sphingidae* — surulased
- Familia: *Noctuidae* — öölased
- Familia: *Tineidae* — koilised
- 5. Ordo: **Siphonaptera (Aphaniptera)** — kirbulised
- Pulex irritans* — inimesekirp
- Xenopsylla cheopis* — rotikirp
- Ctenocephalides canis* — koerakirp

V. Phylum: **Mollusca** — limused

Subphylum: **Amphineura** — külgerused

Classis: **Gastropoda** — teod

Bithynia leachi — lombi-keeritstigu

Galba truncatula — väike sootigu

Lymnaea stagnalis — mudatigu

Lymnaea ovata — munajas punntigu

DIVISIO: **Deuterostomia** — teissuused

I. Phylum: **Chordata** — keelikloomad

1. Subphylum: **Acrania** — koljutud

Branchiostoma lanceolatum — euroopa süstikkala

2. Subphylum: **Vertebrata (Craniata)** — selgroogsed

1. Classis: **Cyclostomata** — sõõrsuud

2. Classis: **Pisces** — kalad

1. Subclassis: **Chondrichthyes** — kõhrkalad

2. Subclassis: **Osteichthyes (Teleostei)** — luukalad

1. Ordo: **Perciformes** — ahvenalised

- Perca fluviatilis* — ahven
Acerina cernua — kiisk
2. Ordo: **Clupeiformes** — heeringalised
Coregonus lavaretus maraenoides — peipsi siig
Salmo trutta fario — jõeforell
Salmo salar — lõhe
 3. Ordo: **Gadiformes** — tursalised
Lota lota — luts
 4. Ordo: **Ecociformes** — haugilised
Esox lucius — haug
 3. Subclassis: **Choanichthyes (Dipnoi)** — koaankalad
 3. Classis: **Amphibia** — kahepaiksed
 4. Classis: **Reptilia** — roomajad
 5. Classis: **Aves** — linnud
 6. Classis: **Mammalia** — imetajad
 1. Subclassis: **Prototheria (Monotremata)** — ürgimetajad (ainupilulised)
 2. Subclassis: **Metatheria (Marsupialia)** — alamimetajad (kukruliselised)
 Ordo: **Marsupialia** — kukruliselised
Didelphys marsupialis virginiana — virginia opossum
 3. Subclassis: **Eutheria (Placentalia)** — pärisimetajad (platsentalised)
 1. Ordo: **Edentata** — napihambulised
Chlamydophorus truncatus — väikevöölane
Myrmecophaga jubata — suur-sipelgaõgija
 2. Ordo: **Rodentia** — närilised
Rattus norvegicus — rändrott
Mus musculus — koduhiir
 3. Ordo: **Fissipedia** — kiskjalised
Canis familiaris — kodukoer
Canis aureus — šaakal
Nyctereutes procyonoides — kährikkoer
Vulpes vulpes — rebane
Felis catus — kodukass
Ursus arctos — pruunkaru
Meles meles — mäger
 4. Ordo: **Perissodactyla** — kabjalised
 5. Ordo: **Artiodactyla** — sõralised
Bos taurus — koduveis
Capra hircus — kodukits
Cervus elaphus — hirv
Hippotragus equinus — hobuantiloo
Ovis ammon — kodulammas
Sus scrofa — metssiga, kodusiga
 6. Ordo: **Primates** — esikloomalised
 Subordo: **Simioidea** — ahvilised
 Sectio: **Catarrhini** — kitsaninalised
 Familia: **Hominidae** — inimlased
 Subgenus: **Hominina** — inimesed
Homo sapiens sapiens — inimene

KIRJANDUS

- Aul J.** Zooloogia võõrsõnade leksikon, "Valgus", Tallinn, 1978.
- Aul J., Ling H.** Selgrootsete zooloogia, "Valgus", Tallinn, 1969.
- Baron S.** (ed.) Medical Microbiology. A Short Course, Section V Parasitology, Addison-Wesley Publ. Co., Menlo Park, California, 1982.
- Bolootian R. A.** Zoology. An Introduction to the Study of Animals, Macmillan Publishing, N. Y., 1979.
- Hausman K.** Protozoologie, Georg Thieme Verlag, Stuttgart, New York, 1985.
- Jarõgin V. N.** (ed.) Biologija, "Meditsina", Moskva, 1985.
- Lawrence E.** Henderson's dictionary of biological terms, John Wiley & Sons, New York, 1989.
- Karki T.** Meditsiiniline mikrobioloogia, III osa Algloomad, TÜ Kirjastus, Tartu, 1994.
- Masso R., Kokassaar U., Saag A.** Üldbioloogia praktikum, Tartu Ülikooli Kirjastus, Tartu, 1992.
- McCourt R. M.** Laboratory Manual to accompany "Essentials of Biology Hopson & Wessels", McGraw-Hill Publishing Company, 1990.
- Murray P. R., Drew W. L., Kobayashi G. S., Thompson J. H. Jr.** Medical Microbiology, part III Parasitology, Wolfe Publications Limited, 1990.
- Parre J.** Veterinaarparasitoloogia, "Valgus", Tallinn, 1985.
- Perry J. W., Morton D.** Laboratory Manual for Starr and Taggart's Biology: "The Unity and Diversity of Life" and Starr's "Biology: Concepts and Applications", Wadsworth Publishing Company, Belmont, California, 1992.
- Prescott L. M., Harley J. P., Klein D. A.** Microbiology, part VII Symbiosis, 3rd ed., Wm. C. Brown Publishers, N. Y., 1996.
- Sljusarev A. A.** Biologija s obtštšej genetikoju, "Meditsina", Moskva, 1979.
- Smyth J. D.** Introduction to animal parasitology, Cambridge, 1994.
- Villee C. A., Warren F. W. Jr., Barnes R. D.** General Zoology, W. B. Saunders Company, Philadelphia, London, Toronto, 1978.
- Zenkevitš L. A.** (ed.) Loomade elu, 1. köide, Selgrootud I, "Valgus", Tallinn, 1981.
- Zenkevitš L. A.** (ed.) Loomade elu, 2. köide, Selgrootud II, "Valgus", Tallinn, 1982.
- Zenkevitš L. A.** (ed.) Loomade elu, 3. köide, Selgrootud III, "Valgus", Tallinn, 1984.